Höhlenkunde.

Wege und Zweck der Erforschung unterirdischer Räume.

Mit Berücksichtigung der geographischen, geologischen, physikalischen, anthropologischen und technischen Verhältnisse

von

Franz Kraus.

Mit 155 Textillustrationen, 3 Karten und 3 Plänen.

Wien.
Druck und Verlag von Carl Gerold's Sohn.
1894.

Euere Excellenz!

Die Verdienste Euer Excellenz um die Erforschung der subterranen Verhältnisse in den österreichischen Karstländern sind nicht nur in dem engen Kreise der wenigen Specialisten der Höhlenforschung, sondern auch außerhalb desselben wohl bekannt. Ohne die Förderung, welche Euer Excellenz diesem Zweige der Wissenschaft stets angedeihen ließen, würde noch in mancher Hinsicht Unklarheit herrschen, wo heute durch die von Euer Excellenz angeordneten Studien vollgiltige Beweise erbracht worden sind. Auf Grund dieser Studien ist die Lösung sowohl der Entwässerungsfrage in den Kesselthälern von Krain, als auch jene der Wasserversorgung mit Trinkwasser nur mehr eine Frage der Zeit. Theoretisch können beide Fragen als gelöst betrachtet werden.

Gestatten es Euer Excellenz, die nachfolgenden Ausführungen, nachdem sie zum großen Theile auf die von Euer Excellenz angeordneten Erhebungen basirt sind, Euer Excellenz ergebenst zu widmen, womit ich die Ehre habe, mit dem Ausdrucke meiner vorzüglichsten Hochachtung zu zeichnen als

Euer Excellenz

Ergebenster

Franz Kraus

k. k. Regierungsrath.

Seiner Excellenz

Herrn Grafen Julius Falkenhayn

k. k. Ackerbauminister etc.

Wien.

Vorwort.

Die Höhlenforschung hat in der letzten Zeit zwar bedeutende Fortschritte gemacht, aber als wissenschaftliches Specialfach ist sie noch immer nicht anerkannt. Auch sind die Fortschritte nicht so rasch erfolgt, als es wünschenswerth und auch möglich gewesen wäre, wenn sich ein größerer Kreis von Forschern betheiligt hätte. Die Specialisten der Höhlenforschung, die sich ausschließlich oder zum Mindesten vorzugsweise mit derselben beschäftigen, sind heutzutage noch sehr dünn gesäet, und sie wird daher zumeist, gleichwie in früherer Zeit, nur nebenbei von Geologen, Geographen, Entomologen etc. betrieben, je nachdem sich die betreffenden Fachmänner für eine oder die andere, mit der Höhlenkunde zusammenhängende Erscheinung oder für irgend eine Localität interessiren, die für den betreffenden Wissenszweig von Wichtigkeit ist.

Der Zweck dieses Buches besteht daher hauptsächlich darin, der Höhlenforschung neue Anhänger zu erwerben, welche dabei mitwirken sollen, das über die ganze Welt vertheilte massenhafte Studienmaterial zu bearbeiten und verläßliche Angaben darüber zu liefern. Kein Fachmann ist im Stand dieses ungeheuere Material aus eigener Anschauung beschreiben und die Richtigkeit der in der Literatur vorhandenen Angaben prüfen zu können. Auch Laien können sich daher an der Höhlenforschung mit Erfolg betheiligen, wenn ihnen gewisse Grundprincipien bekannt sind, sowie die Methode, nach welcher sie vorzugehen haben. Die Bearbeitung des so gewonnenen wissenschaftlichen Materiales wird allerdings stets Sache erfahrener Fachmänner bleiben. Der Versuch, diese Grundprincipien, sowie die Forschungsmethoden in einem Buche zusammen zu fassen und dem Fache dadurch neue Jünger zu gewinnen, die nützlich wirken können, soll daher im Nachstehenden gemacht werden. Aehnliche Versuche einer Anleitung zur praktischen Höhlenforschung wurden schon wiederholt gemacht. Die kleine, recht verdienstvolle Arbeit von E. Fruwirth, die leider zerstückelt in den Jahrgängen 1883 und 1885 der „Zeitschrift des deutschen und österreichischen Alpenvereines" erschienen ist, sowie die noch kürzere Zusammenstellung: „Die Höhlen und ihre Erforschung" von Josef Szombathy im „Jahrbuche des Vereines zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse" (Wien 1883), können als solche betrachtet werden, umfassen aber nicht die gesammte Höhlenkunde. Etwas vollständiger ist das Werk von W. Boyd Dawkins: „Die Höhlen und die Ureinwohner Europa's" (übersetzt von Dr. W. Spengel, Berlin

1876); aber auch dieses behandelt nur ein enger begrenztes Gebiet der Höhlenforschung.[1]) Einzelne Partien werden in sehr anschaulicher Weise in den Werken von Dr. Adolf Schmidl, besonders in jenem: „Die Grotten und Höhlen von Adelsberg, Lueg, Planina und Laas" (Wien 1854), sowie in der Monographie von Graf Gundacker von Wurmbrand: „Ueber Höhlen und Grotten im Kalkgebirge von Peggau" (Graz 1871), behandelt; aber ein die ganze Höhlenkunde umfassendes Werk besitzt weder die deutsche noch die fremde Literatur.

Es liegt ein gewisses Wagniß darin, wenn ein Autodidakt es unternehmen will, diese Lücke in der Literatur auszufüllen, weil dadurch gewissermaßen ein Eingriff in das Gebiet der zunächst berufenen, akademisch gebildeten Gelehrten geschieht. Wer sich jedoch im Besitze eines wissenschaftlichen Materiales befindet, welches theils durch langjährige eigene Forschungen, theils aus Quellen zusammengetragen worden ist, die nicht Jedermann leicht zugänglich sind, für den erwächst die Pflicht, dasselbe nicht egoistisch zu hüten und es allgemein zur Verfügung zu stellen, gleichviel, ob der Besitzer ein Laie oder ein Fachmann ist, und ohne Rücksicht darauf zu nehmen, ob er Lob oder Tadel dafür zu erwarten hat.

Einzelne Lücken und Irrthümer wird jedes Handbuch der Höhlenkunde aufweisen, denn es gehört zu den wesentlichsten Hindernissen, daß viele wichtige Objecte (wie die Kaltlufthöhlen von Rußland, die vulkanischen Höhlen von Island, die Riesenhöhlen von Amerika, die künstlichen Höhlen von Indien und von China ꝛc.) nicht für Jedermann besuchbar sind, und daher nur auf Grund fremder Berichte besprochen werden müssen, welche nicht auf ihre Verläßlichkeit geprüft werden können. Ein durchwegs auf Autopsie beruhendes Handbuch der Höhlenkunde muß daher ein unerreichbares Ideal bleiben. Es soll aber wenigstens der Versuch gemacht werden, in dem vorliegenden Buche, mit Zuhilfenahme der arg zerstreuten Literatur, den ganzen Umfang der Höhlenkunde und den gegenwärtigen Stand dieses Wissenszweiges darzustellen. Vielleicht gelingt es einem Nachfolger besser, ein allen Wünschen entsprechendes Werk zu schreiben, welches die gesammte Höhlenkunde umfaßt. Möge dieser erste Versuch daher als solcher eine nachsichtige Beurtheilung erfahren. Darum ersucht höflichst

Der Verfasser.

---

[1]) Die Ansichten von Dawkins nähern sich jenen von Moisisovics bezüglich der Anfänge der Höhlenbildung. Heute haben derlei Ansichten aber schon weit mehr Gegner als Freunde. Der Standpunkt, den Dawkins in geologischer Hinsicht einnimmt, läßt sich durch das Datum der Veröffentlichung der englischen Ausgabe (1874) begreifen. Diesbezüglich sagt Professor Dr. J. H. Kloos: „Er schrieb dies in 1874, zu einer Zeit, wo unsere neuen, von den alpinen Geologen ausgehenden Ansichten über Gebirgsbildung noch nicht so allgemein als Grundlage galten wie dies jetzt geschieht." Der geologische Theil des Buches umfaßt nur 57 Druckseiten.

Inhalt.

		Titel.		
		Dedication.		
		Inhalt.		
		Vorwort.		Seite
I.	**Capitel.**	Literatur		1
II.	**Capitel.**	Höhlenbildungs-Theorien		11
III.	**Capitel.**	Systematik		35
IV.	**Capitel.**	I. Classe. Ursprüngliche Höhlen.		
			A. In krystallinischen Gesteinen	38
			B. In klastischen Gesteinen	42
V.	**Capitel.**	II. Classe. Später gebildete Höhlen.		
			A. Erodirte Klüfte und Spaltenhöhlen	43
			B. Erosionshöhlen	49
			C. Trockene Grotten	70
			D. Nischenhöhlen oder Halbhöhlen und Felsbrücken	86
			E. Corrosionshöhlen	98
			F. Ueberdeckungshöhlen	106
VI.	**Capitel.**	Oberirdische Erosions-Erscheinungen		110
VII.	**Capitel.**	Kesselthäler		140
VIII.	**Capitel.**	III. Classe. Künstliche und bewohnte Höhlen		164
			A. Natürliche Höhlen, die menschlichen Zwecken gedient haben oder noch dienen	164
			B. Umgewandelte natürliche Höhlen	170
			C. Künstlich geschaffene Höhlen und höhlenartige Hohlräume	178
IX.	**Capitel.**	Das Ende des Höhlenbildungsprocesses		194

Anhang.

X.	**Capitel.**	Eishöhlen	207
XI.	**Capitel.**	Sagenhöhlen	220
XII.	**Capitel.**	Höhlenfunde	230
XIII.	**Capitel.**	Praktische Winke und Beispiele	245
		Schlußbemerkungen	289
		Namenregister	293
		Sachregister	297
		Verzeichniß der Beilagen	308

I. Capitel.

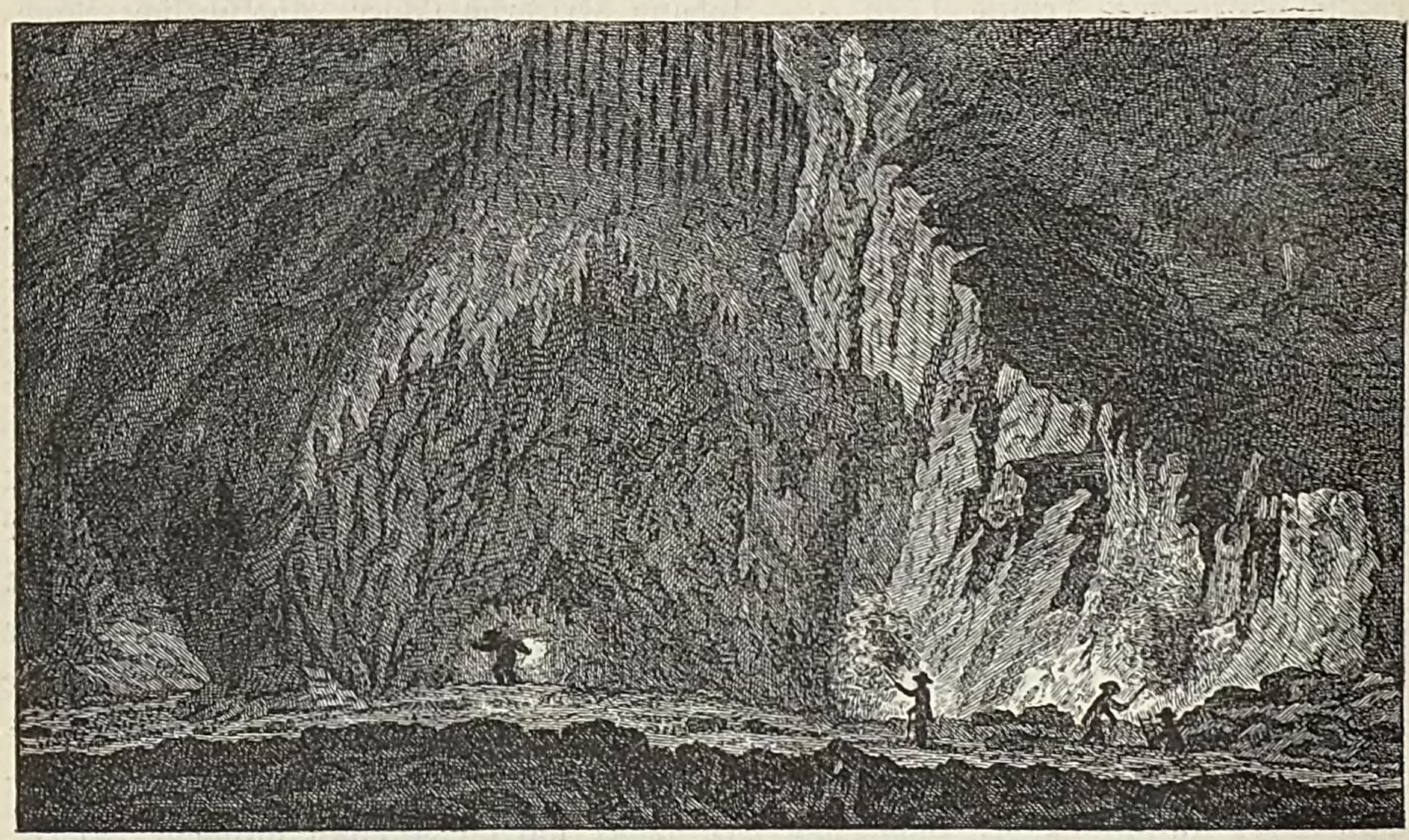
Literatur.

Zu den ältesten Werken, welche über Höhlen ausführlicher handeln und die heute noch lesenswerth sind, gehören: das 1689 in Laibach erschienene Werk von Johann Weichard Freiherrn von Valvasor, Die Ehre deß Herzogthums Krain. — G. H. Behrens, Hercynia curiosa, Nürnberg und Altdorf 1720. — Balthasar Hacquet, Oryctographia carniolica, Leipzig 1778. — Johann Friedrich Esper, Ausführliche Nachrichten von neuentdeckten Zoolithen ꝛc., Bayreuth 1774. — Tobias Gruber, Briefe, hydrographischen und physikalischen Inhalts aus Krain, Wien, 1781. — Höslin, Beschreibung der württembergischen Alb, Stuttgart 1798. — Dr. G. A. Goldfuß, Die Umgebung von Muggendorf, Erlangen 1810. — Bory de Saint Vincent, Voyage souterrain ou description du plateau de Saint Pierre de Maestricht, Paris 1821. — Ch. W. Ritter, Beschreibung der größten und merkwürdigsten Höhlen des Erdbodens, Hamburg, Bd. I, 1801, Bd. II, 1802, Bd. III, 1806; und noch manche Andere, die zum Theile später noch Erwähnung finden werden.

Bis zum Anfange unseres Jahrhunderts ist die Höhlenliteratur noch leicht zu übersehen. Es scheint eine Zeit gegeben zu haben, zu der man sich für Höhlen lebhafter interessirte, aber schon Hacquet klagt, daß diese Zeit vorüber sei. Erst das Eingreifen der Geologen und Anthropologen hat die Höhlen wieder populärer gemacht. Für die Forschungen der Geologen hat sich das große Publicum weniger interessirt. Die Funde der Anthropologen, die zum Theil wenigstens einen gewissen Gebrauchswerth besitzen — wenn es auch nicht immer Schätze nach dem landläufigen Begriffe waren — lagen dagegen der Auffassung des Publicums weit näher als die Knochen diluvialer Thiere, von denen viele Wagenladungen in die Spodiumfabriken noch heute wandern, wenn die Knochengräber nicht durch Absperrung der Höhlen an ihrem Geschäfte gehindert werden. Gäbe es ein großes Publicum, welches an den Höhlen und ihrer Erforschung Antheil nimmt, so würden mehr Höhlen abgesperrt werden und mancher für die Wissenschaft werthvolle Fund bliebe für dieselbe gerettet. Aus diesem Grunde muß es als ein Vorurtheil betrachtet werden, wenn man glaubt, daß die Wissenschaft des Laien-Publicums gänzlich entrathen und als Selbstzweck betrieben werden kann. Dazu wäre die Höhlenforschung schon wegen ihrer Kostspieligkeit ungeeignet und bliebe ein Privilegium der Begüterten, von denen nur Einzelne das nöthige Wissen besitzen, aber vielleicht nicht die Lust, ein solches Studium auch praktisch zu betreiben, welches außerdem auch Anforderungen an die Körperkraft, Gewandtheit und an den persönlichen Muth stellt, denen nur Wenige gewachsen sind.

Aus Rücksicht auf den Leserkreis jener Zeit mögen die älteren Schriften die Höhlen zumeist nur vom Standpunkte der Naturwunder behandelt haben. Erst durch

das Eintreten der Geologen wurde die Richtung eine strenger wissenschaftliche; der descriptive Theil wurde Nebensache, die Höhlenbildung und der Höhleninhalt wurden Hauptsache. Die Geologen, welche sich mit Höhlen beschäftigten, sondern sich in zwei Gruppen, von denen eine sich mit dem genetischen und die andere mit dem zoopaläontologischen Theile befaßte. Später fand eine neue Scheidung unter den Höhlenforschern statt, wozu die prähistorischen Funde den Anlaß gaben, deren wissenschaftlicher Werth noch länger unbekannt blieb, als jener der Thierreste. Erst der neuesten Zeit war es vorbehalten, auch den Werth der Höhlenforschung für die Meliorationstechnik zu erkennen und von da an tritt eine allerdings noch spärliche Reihe von Schriften auf, in denen die Höhlenforschung nach einer Richtung behandelt wird, die von den früheren stark divergirt. Für diese neue Richtung treten wieder neue (zumeist technische) Zeitschriften und Bücher ein, die wohl nur selten in die Hände Jener gelangen dürften, welche die Höhlenforschung vom Standpunkte des Prähistorikers oder des Naturforschers betreiben, wozu auch die Entomologen zu zählen sind, die sich mit der lebenden Höhlenfauna beschäftigen.



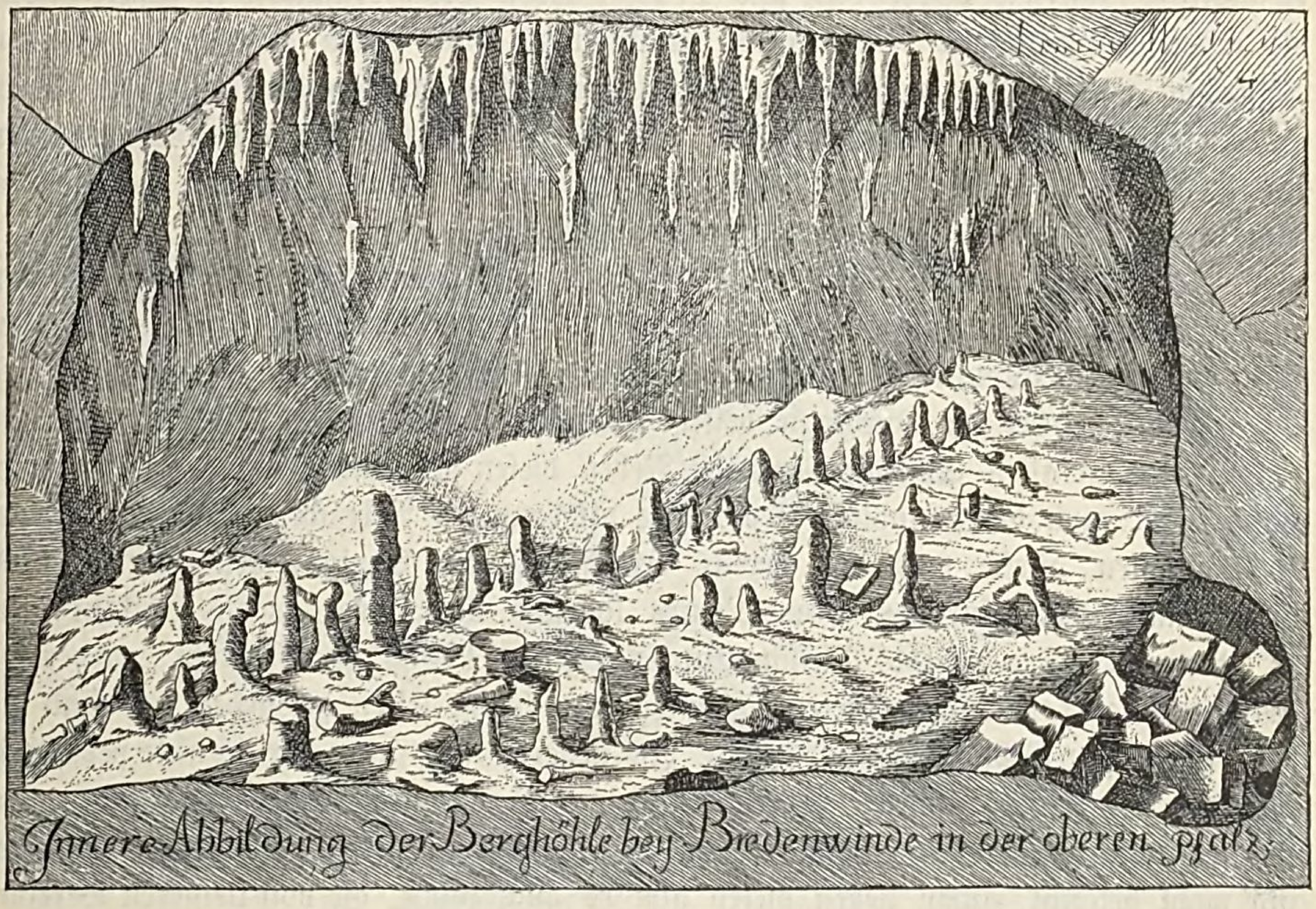
Ansicht des Einganges zur Grotte des Schülerloch's oder der Riedelshöhle bei Kehlheim a. d. Donau.

Die Beherrschung der modernen Höhlenliteratur ist, abgesehen von der Vielsprachigkeit, schon aus dem angeführten Grunde der Zersplitterung in so viele Disciplinen, ein Ding der Unmöglichkeit, und es kann daher nur angegeben werden, auf welchem Wege man sich die Kenntniß der wesentlichsten Literatur verschaffen kann. Hiebei kommen in erster Linie die geographischen lexikalischen Werke in Betracht, sowie Reisebeschreibungen und geographische Fachzeitschriften. Carl Ritter's großes Werk „Die Erdkunde", Berlin 1822—1859, ist eine wahre Fundgrube für Nachrichten über Höhlen aus älterer Zeit. In den neueren Lexika's sind die Höhlen weit stiefmütterlicher behandelt. Das Illustrationsmateriale in den älteren Werken ist fast stets sehr mangelhaft, wie die vorstehende Probe zeigt, die aus Kayser's „Geographische Unterhaltungen" (Augsburg 1823, 2. Bd. 1. Abtheil.) entnommen ist. Dieselbe stellt das Innere des Schulerloches bei Kehlheim vor. [Bei Kayser heißt die Höhle

„Schülerloh“. In den geographischen Publicationen findet man zumeist gute topographische Angaben, die man gut thun wird, in einem Zettelkataloge mit kurzen Schlagworten zu verzeichnen, den man geographisch ordnen kann[1]).

Jede neue Nachricht, die man in der Literatur findet, trägt man in den Zettel der betreffenden Localität mit kurzen Schlagworten und Bezeichnung der Quelle ein und auf diese Weise wird man binnen kurzer Zeit ein werthvolles Materiale gesammelt haben. Bei Citaten versäume man nie, sich von der Richtigkeit derselben zu überzeugen, weil hierbei oft nicht nur Druckfehler in den Ziffern beim Abschreiben unterlaufen sind, sondern sogar der Inhalt in Folge einer mißverständlichen Auffassung des citirenden Autors ein ganz anderer im Originale als im Citate ist.

Von geographischen Werken sind selbstverständlich auch die Lehrbücher zu berücksichtigen, die zumeist eine Höhlenbildungstheorie sowie Localitätenangaben und Beschreibungen enthalten, welche die Theorien erläutern sollen. Man darf aber nicht ver-



gessen, daß unsere geographischen Lehrbücher Compilationswerke sind, und daß in Folge dessen die Verläßlichkeit der darin enthaltenen Angaben von jener der Quellen abhängen muß, aus denen der Autor geschöpft hat. Darum wird man gut thun, nach den Quellen zu forschen und zu untersuchen, ob dem Pro nicht ein ebenso gewichtiges Contra entgegensteht, was besonders von den Theorien gilt, von denen viele noch sehr controvers sind.

In Bibliotheken bewahrt man auch alte Zeitungen auf, in denen manche schon vergessene Nachrichten über Höhlen und mitunter auch Illustrationen enthalten sind. Eine solche über die Höhle von Bredewinde ist enthalten in der Zeitung „Churpfalzbaierisches Intelligenzblatt“, 57. Stück, München den 30. Dezember 1786. Die obenstehende Illustration ist dieser Nummer beigegeben. Im Texte wird schon auf die reihenförmige Anordnung der Tropfsteingebilde besonders aufmerksam gemacht.

[1]) Diese Methode hat sich dem Verfasser als sehr nützlich erwiesen, weil sie eine leichte Uebersicht über das vorhandene Materiale ermöglicht.

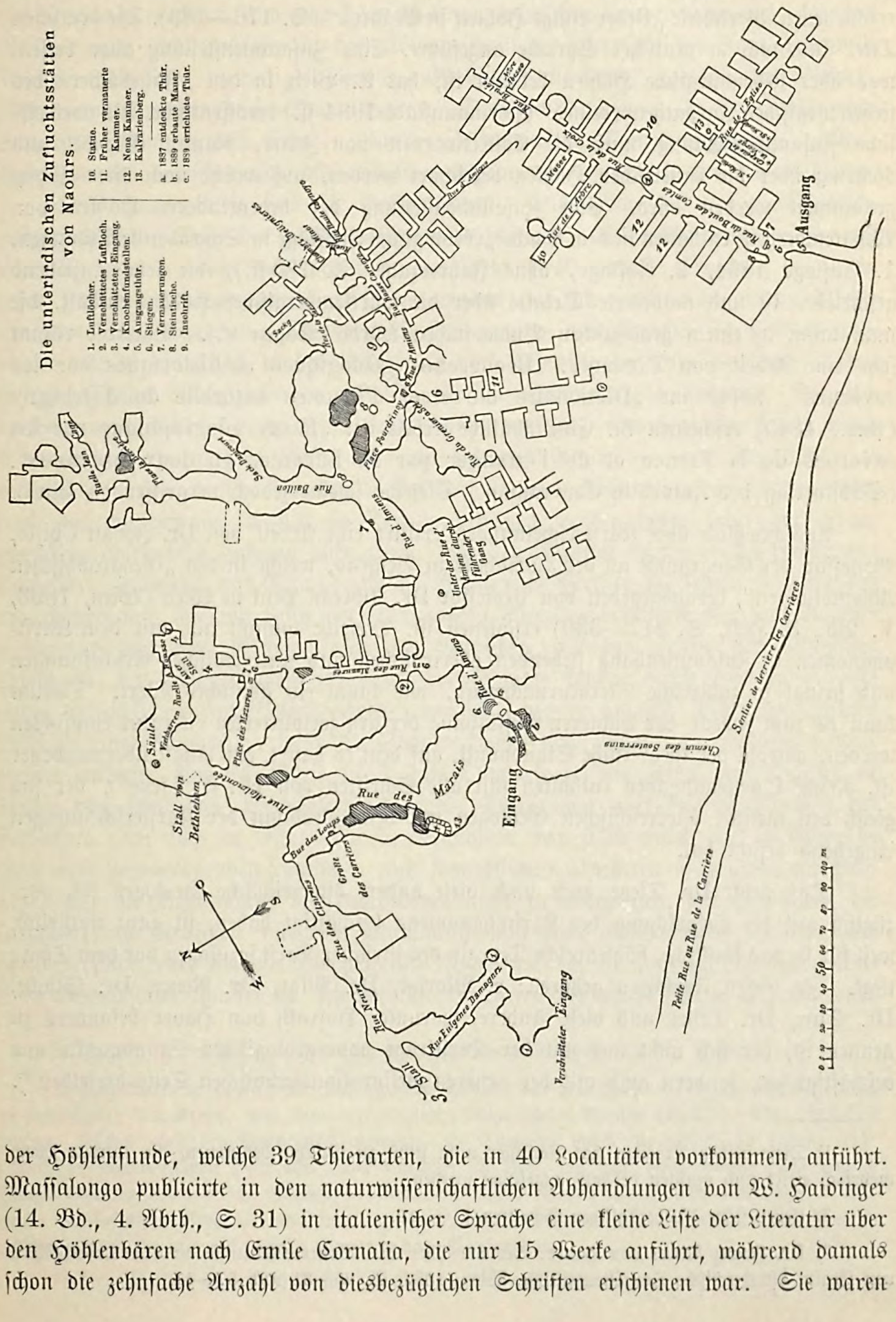
Aus allen vorerwähnten Quellen kann man schon eine bedeutende Anzahl von Nachrichten theoretischer oder descriptiver Natur sammeln. Es ist aber ganz gleichgiltig, mit welchem Literaturzweige man bei der Anlage eines Zettelkataloges beginnt. Eben so gut wie die geographische, kann auch die geologische Literatur für den Anfang gewählt werden. Diese ist ebenfalls unendlich reich an Nachrichten über Höhlen, u. zw. sowohl an theoretischen als an descriptiven.

Die ältere geologische Literatur steht auf dem montanistischen Standpunkte, weil sie dazu durch den Umstand gezwungen war, daß man es aus religiösen Gründen nicht gelten lassen wollte, daß die Versteinerungen etwas Anderes als Naturspiele seien. Höchstens gestattete man, sie als Ueberreste der „Sündfluth" zu betrachten. Es gab aber schon im 17. Jahrhunderte Leute, welche die wahre Natur der Petrefacten erkannt haben. Im vierten Buche von Valvasor, welches von den Naturraritäten handelt, wird diese alte Streitfrage schon (1689) besprochen. Im Jahre 1727 wird schon ein Belemnites suevicis beschrieben und 1749 wurden bei Holzmaden in Württemberg die ersten vollständigen Reste eines Ichtiosaurus von einem Mediciner gefunden. Anderswo galten aber noch die in Höhlen entdeckten Knochen der diluvialen Thiere als Riesen- oder als Einhornknochen. Es ist ein Verdienst der alten Montanisten, daß sie den heutigen Geologen so trefflich vorgearbeitet haben, trotzdem sie gegen die damals herrschenden Meinungen ankämpfen mußten.

Ueber Höhlen selbst findet man wenig in den älteren montanistischen Werken, in den modernen geologischen Lehrbüchern sind aber häufig einzelne Höhlen als Beispiele für eine bestimmte Bildungsart angeführt. Auch Knochenhöhlen werden da vielfach erwähnt. Ueber die Osteologie besteht übrigens eine Specialliteratur, die Hunderte von Werken in allen Sprachen enthält. Neben diesen Lehrbüchern und Specialwerken kommt aber auch die periodische geologische Literatur in Betracht. Eine der ältesten Abhandlungen dürfte nach den bereits erwähnten jene Cuvier's sein, welche 1796 unter dem Titel: „Sur les têtes d'Ours fossiles des Cavernes de Gailenreuth" im „Bulletin de la société Philomatique" (Paris 1796) veröffentlicht worden ist. Manche dieser periodischen älteren Schriften sind höchst selten geworden und sind nur mehr in großen Bibliotheken zu finden. In neuerer Zeit sind aber so viele periodische Schriften von Staatsanstalten, Vereinen und von Privatunternehmern entstanden, daß eine Aufzählung ein eigenes Buch füllen könnte. Die größeren periodischen Schriften sind wohl bekannt, allein neben diesen gibt es auch solche, die von kleineren Vereinen in Provinzstädten herausgegeben werden und demzufolge eine so geringe Verbreitung haben, daß sie nur durch Zufall in die Hände eines Fremden gelangen. Die hochinteressanten ersten Berichte über die Entdeckung der souterrains réfuges von Naours sind beispielsweise im „Bulletin de la Société d'Emulation" von Abbeville 1889 erschienen und wurden dem deutschen Fachpublicum erst 1892 durch einen Aufsatz in der Zeitschrift „Globus" bekannt. Viele Nachrichten in Zeitschriften, die in slavischen Sprachen erscheinen, gehen total verloren für die deutschen Forscher, wenn nicht Einer oder der Andere zufällig der betreffenden Sprache mächtig ist. Die Hauptwerke sind zum Glücke in Weltsprachen gedruckt. So Schmerling's berühmtes Werk: „Recherches sur les ossements fossiles, découvertes dans les cavernes de la province de Liège (Lüttich 1833—1834) und Brandt's „Untersuchungen über die in den altaischen Höhlen aufgefundenen Säugethierreste (Petersburg 1870 in den Akademieschriften).

Auch hat man schon versucht, Zusammenstellungen der Höhlenliteratur zu machen, die aber stets sehr lückenhaft blieben. Dr. Heinrich Braun führt in seinem Buche

„Ergebnisse meiner naturhistorisch=ökonomischen Reisen" (Leipzig und Heidelberg 1832) im zweiten Theile S. 513 eine Reihe von Fundstätten von fossilen Bärenknochen an, nebst Hinweis auf die Literatur darüber oder die Sammlung, in der sich die Beleg=stücke finden. Auch Dawkins (loc. cit.) bringt S. 286—287 eine Zusammenstellung



der Höhlenfunde, welche 39 Thierarten, die in 40 Localitäten vorkommen, anführt. Massalongo publicirte in den naturwissenschaftlichen Abhandlungen von W. Haidinger (14. Bd., 4. Abth., S. 31) in italienischer Sprache eine kleine Liste der Literatur über den Höhlenbären nach Emile Cornalia, die nur 15 Werke anführt, während damals schon die zehnfache Anzahl von diesbezüglichen Schriften erschienen war. Sie waren

ihm eben in Vicenza nicht bekannt geworden. Ein Literaturverzeichniß über die Osteologie fossiler Säugethiere und Vögel ist der Arbeit von Dr. M. Kříž, „Die Höhlen in den mährischen Devonkalken und ihre Vorzeit" (Jahrbuch der k. k. geologischen Reichsanstalt, 41. Bd., 3. Heft, S. 443) angeschlossen (S. 557—569). Ein zweites Verzeichniß über die Literatur, welche auf das mährische Höhlengebiet Bezug hat (107 Nummern umfassend) ist enthalten in dessen in Brünn 1878 in čechischer Sprache erschienenen Werkchen: „Ueber einige Höhlen in Mähren" (S. 176—183). Die deutschen Titel sind auch in deutscher Sprache angeführt. Eine Zusammenstellung alles dessen, was über siebenbürgische Höhlen bekannt ist, hat A. Bielz in den „Jahrbüchern des siebenbürgischen Karpathenvereines" (Hermannstadt 1884 ff.) veröffentlicht. Als vortreffliche Zusammenstellung muß die Collectivarbeit von Zittel, Ranke, Gümbel und Nehring über die bayerischen Höhlen bezeichnet werden, auf welche noch öfter Bezug genommen werden wird. Eine Zusammenstellung der bedeutenderen Höhlen von Württemberg ist enthalten in dem Buche „Geologische Ausflüge in Schwaben"; Tübingen, 1. Auflage 1864, 2. Auflage, ohne Jahreszahl (S. 180 ff.), die sehr anziehend geschrieben ist und mancherlei Details über die württembergischen Höhlen enthält, die man kaum in einem geologischen Buche suchen würde (Sagen 2c.). Daubrée rühmt sehr eine Arbeit von Desnoyer: „Recherches géologiques et historiques sur les cavernes", welche im „Dictionaire universel d'histoire naturelle de d'Orbigny (Paris 1845) erschienen ist. Eine ähnliche Arbeit ist: „Essay géographique sur les cavernes de la France et de l'étranger par A. Lucante, en deux fascicules". (Selbstverlag des Autors in Courransan.) Dieselbe scheint jedoch vergriffen zu sein[1]).

Ausschließlich über Karsterscheinungen existirt eine Arbeit von Dr. Jován Čoijić, Professor der Geographie an der Hochschule zu Belgrad, welche in den „Geographischen Abhandlungen", herausgegeben von Professor Dr. Albrecht Penk in Wien (Wien, 1893, V. Bd., 3. Heft, S. 217—330) erschienen ist. Dieselbe umfaßt alle mit dem Karstphänomen in Zusammenhang stehenden oberirdischen und unterirdischen Erscheinungen und bringt so zahlreiche Literaturnachweise, wie kaum ein ähnliches Werk. Darum kann es zum Zwecke der leichteren Auffindung der arg zersplitterten Literatur empfohlen werden, obwohl der theoretische Standpunkt, auf dem es basirt, ein längst überwundener ist. Reiche Quellenangaben enthalten fast alle Schriften von Dr. E. Tietze[2]), der sich gleich den meisten österreichischen Geologen mit dem Studium der Karsterscheinungen eingehend befaßt hat.

Daß nebst Dr. Tietze auch noch viele andere österreichische Geologen sich vorzüglich mit der Erforschung des Karstphänomens beschäftigt haben, ist ganz natürlich, weil für sie das klassische, höhlenreiche Terrain des istrianer Karst sozusagen vor dem Thore liegt. Zu diesen Forschern gehören: v. Morlot, Dr. Pilar, Dr. Reyer, Dr. Stache, Dr. Stur, Dr. Teller und viele Andere, worunter Hofrath von Hauer besonders zu nennen ist, der sich nicht nur mit der Karstfrage vom geologischen Standpunkte aus beschäftigt hat, sondern auch mit der neueren meliorationstechnischen Seite derselben[3]).

---

[1]) Diese beiden Arbeiten hat Verfasser nicht selbst zu Gesichte bekommen, sie werden jedoch mehrfach citirt und mußten deshalb angeführt werden.

[2]) Ueber seine diesbezüglichen Schriften s. S. 19.

[3]) Dr. Franz Ritter von Hauer: Berichte über die Wasserverhältnisse in den Kesselthälern von Krain, österreichische Touristenzeitung, Wien, 1883, S. 25—31 und 37—41.

Diese letztere Seite wurde in älterer Zeit durch Gruber[1]) und Hacquet, später durch Vicentini[2]), Bayer, Tietze und Pilar und in neuester Zeit durch Verfasser dieses, sowie durch die Herren Ingenieure Hrasky, Putick und Riedel in der Literatur repräsentirt. Ein größeres Sammelwerk über die gewonnenen Erfahrungen existirt nicht, so oft auch der Wunsch darnach ausgesprochen worden ist. Das Wesentlichste ruht in den Acten des k. k. Ackerbauministeriums in Wien, des Landesausschusses von Krain in Laibach und der bosnisch-herzegowinischen Landesregierung. Kürzere Mittheilungen sind enthalten in der „Wochenschrift des österreichischen Ingenieur- und Architekten-Verein", in den Zeitschriften „Globus", „Ausland", „Stein der Weisen", „Petermann's geographische Monatshefte", „Deutsche Rundschau für Geographie und Statistik", „Himmel und Erde", „Gäa", „Oesterreichische Touristen-Zeitung", „Mittheilungen des deutschen und österreichischen Alpenvereines" und in den Tagesblättern.

Sehr mannigfaltig sind die Publicationen, welche sich mit der prähistorisch-anthropologischen Seite der Höhlenforschung beschäftigen. Dieser Wissenszweig ist noch nicht alt, denn er reicht nicht viel über das Jahr 1840 zurück. Trotzdem hat er in dieser Zwischenzeit ungeheuere Fortschritte gemacht und sich ein Anrecht auf die öffentliche Beachtung erworben. Die erste Anregung ging von Boucher de Perthes aus, der von 1836 bis 1841 in der Umgebung von Abbeville im Diluvium und in den dortigen Höhlen Nachgrabungen anstellte, die ihm Steinwerkzeuge lieferten. Die Gelehrten von Paris, denen er 1839 seine Funde vorlegte, verlachten ihn jedoch, und es vergingen fast fünfzehn Jahre, bis ein bekehrter Gegner — Dr. Rigollot[3]) — es wagte, für die Ansicht Boucher de Perthes' in einer Abhandlung einzutreten, wodurch das maßgebende Institut de France bewogen werden sollte, seine der Frage gegenüber ablehnende Haltung aufzugeben. Vor Dr. Rigollot waren es die Gelehrten: Brogniart, Flourens und Dumas, welche Boucher de Perthes bei seinen Forschungen ermuthigten und sich (wie Joly sagt) für nahezu überzeugt erklärten. Die von Boucher de Perthes behauptete Gleichzeitigkeit des Menschen mit den Resten der diluvialen Thiere in den Ablagerungen im Thale der Somme konnte durch den Fund eines halben menschlichen Unterkiefers erwiesen werden, den er am 27. März des Jahres 1863 in einer Ablagerung fand, die Steinwerkzeuge und Zähne von Elephas primigenius enthielt. Am 24. April 1863 legte Quatrefages das Stück dem Institut de France vor, seine hohe Wichtigkeit betonend. Damit war aber das Martyrium des Entdeckers noch nicht zu Ende. Elie de Beaumont war selbst durch das in Abbeville 1863 von hervorragenden englischen und französischen Gelehrten aufgenommene Protokoll über die Besichtigung des Fundplatzes nicht zu überzeugen, und bezeichnete die Coexistenz des Menschen mit dem Mammuth und dem wollhaarigen Nashorn als einen Irrthum oder als ein Hirngespinst. Angesichts der in anderen Ländern gefundenen Beweisstücke konnten die französischen Gelehrten der alten Schule ihre negirende

[1]) Gruber ist der Erbauer des nach ihm benannten Gruberkanales in Laibach.

[2]) Von Vicentini existirt ein umfangreiches Project aus dem Jahre 1875 zur Entwässerung der Kesselthäler von Krain, von dem nur wenige lithographirte Abzüge existiren. Ein ähnliches Project, welches aber den Hauptzweck verfolgte, die Südbahn durch die Höhlen zu leiten, liegt gedruckt in einem kleinen Hefte vor. Der Verfasser ist Prof. Dr. Chr. Aug. Voigt. Die Schrift erschien 1850 in Wien bei L. Sommer, unter dem Titel: „Vorschlag zu einer Eisenbahn". Ein drittes Meliorations-Project, vom Landesingenieur Witschel, befindet sich in den Acten des Landesausschusses von Krain. Es betrifft aber nur das Planinathal.

[3]) Dr. Rigollot ist der Entdecker des prähistorischen Fundplatzes von Saint-Acheul.

Haltung nicht mehr lange aufrecht erhalten und mußten ihre Gegnerschaft ebenso aufgeben wie Lyell [1]), als er 1860 die Funde sah, die Schmerling seit dem Jahre 1832 bis 1860 gemacht hatte. Boucher de Perthes hatte übrigens Leidensgenossen in de Christol, welcher der Akademie 1829 eine Abhandlung „Notices sur les ossements fossiles des cavernes du département du Gard“ vorlegte, und Joly, der 1832 in der Bibliothèque universelle de Genève einen Aufsatz ähnlichen Inhalts veröffentlichte [2]). Beide traten für die Gleichzeitigkeit des Menschen mit den diluvialen Thieren ein; das Gleiche that Marcel de Serres 1838, ging aber später wieder von dieser Meinung ab.

In England blieb die Ansicht Buckland's von der Nichtgleichalterigkeit, die er in seinem bedeutenden Werke „Reliquiae diluvianae“ (London 1823) vertrat, lange Zeit noch die herrschende. Im Jahre 1858 ließ jedoch die Royal Society in London, welche sich gegen die Lehrmeinungen Buckland's in Opposition befand, die Brixham-Höhle in Devonshire durch die Gebrüder Falkoner und Herrn Prestwich untersuchen, und die dort gemachten Funde waren glänzende Beweise für die Gleichalterigkeit, die nun ihren Weg als allgemein anerkannte Lehrmeinung machte. Die Literatur der folgenden Jahre bringt dies deutlich zum Ausdrucke.

Ursprünglich durch Geologen betrieben, breitete sich die anthropologische Richtung immer mehr aus, und es interessirten sich naturgemäß besonders Anatomen für die Funde von menschlichen Resten in Höhlen und Gräbern. Diese Specialität wird in Deutschland stark cultivirt, und es nimmt unter ihren Vertretern Professor Virchow in Berlin die dominirendste Stelle ein.

Zu den wichtigsten Entdeckungen auf deutschem Boden gehört der berühmt gewordene Neanderthal-Schädel, den Fuhlrott in der sogenannten Feldhofer Kirche, einer kleinen Höhle im Neanderthale bei Düsseldorf im Jahre 1856 (Lyell sagt 1857) fand, welche seither zerstört worden ist. Lyell sah sie noch 1860. Auch dürfte es am Platze sein, hier zu erwähnen, daß Esper schon 1774 infolge seiner Funde in der Gailenreuther Höhle die Coexistenz des Menschen mit der Thierwelt der Diluvialepoche nachgewiesen hat, die er „die Zeit des Unterganges der ersten Welt“ nennt. Das Beweismateriale nahm Buckland im Jahre 1816 nach England mit, und nach Dawkins soll sich ein Theil davon im Oxforder Museum befinden.

Die Höhlenforschung wird durch Anthropologen aller Länder eifrig betrieben und die Publicationen werden immer zahlreicher. Lehrbücher tauchen auf, und an einzelnen Universitäten bestehen bereits Lehrkanzeln für das Fach. Vereine und Privatunternehmer geben periodische Schriften heraus, in denen den Höhlenfunden eine große Aufmerksamkeit geschenkt wird und die man daher alle lesen sollte, wenn es überhaupt möglich wäre, neben der geographischen und geologischen Literatur auch die zahlreichen anthropologischen Schriften, die in vielen Sprachen erscheinen, noch zu

---

[1]) Lyell selbst äußert sich hierüber freimüthig, indem er sagt: Ich selbst konnte mich, als ich ihn im Jahre 1832 zuerst besuchte und seine prächtige Sammlung besichtigte, nicht überzeugen, und legte seinen Entdeckungen, welche ich in der dritten und in den folgenden Auflagen meiner „Grundzüge der Geologie“ mittheilte, nicht dasjenige Gewicht bei, welches sie, wie ich nunmehr glaube, verdienen. (Siehe: „Das Alter des Menschengeschlechtes“ von Sir Charles Lyell, übersetzt von Dr. Louis Büchner, Leipzig 1864, p. 39.) Lyell's anfängliche Zweifel waren übrigens schon 1859 durch den Besuch der Brixham-Höhle stark erschüttert worden.

[2]) „Der Mensch vor der Zeit der Metalle“ von N. Joly (deutsch übers.), Leipzig 1880, enthält ausführliche Nachrichten über die Entwicklungsgeschichte der Anthropologie in Frankreich.

bewältigen. Nachdem aber die hervorragenderen Fachzeitschriften sich keine wichtigere Erscheinung entgehen lassen, so kann man sich darauf beschränken, diese leicht zugänglichen Quellen vorzugsweise zu benützen. Die Anzahl der in den anthropologischen Schriften bereits beschriebenen Höhlen ist eine sehr bedeutende, und ohne Zuhilfenahme des empfohlenen Zettelkataloges ist sie nicht mehr zu übersehen.

Zu den vorzüglichsten anthropologischen Gesellschaften, welche Publicationen herausgeben, gehören:

Anthropologische Gesellschaft in Wien,
Gesellschaft für Anthropologie, Ethnologie und Urgeschichte in Berlin,
Deutsche Gesellschaft für Anthropologie, Ethnographie und Urgeschichte in München,
Anthropological Institute of Great-Britain and Ireland in London,
Société d'Anthropologie in Paris, in Brüssel und in Lyon,
Anthropological Society in Washington u. s. w.

Die Schriften der Akademien der Wissenschaften enthalten weiters Abhandlungen über Höhlen und die in denselben gemachten Funde. Außerdem kommen in Betracht die von Privatunternehmern herausgegebenen Fachzeitschriften und Revuen, wie: Das Journal L'Anthropologie in Paris, die „Prähistorischen Blätter" in München, und Zeitschriften allgemeinen Inhalts, wie: „Antiqua" (Straßburg), „Globus" (Braunschweig), „Natur" (Halle), „Stein der Weisen" (Wien), 2c. 2c.

Das Ueberblicken der in diesem Capitel angeführten Literaturquellen übersteigt die Leistungsfähigkeit eines Einzelnen, und es wäre hier eine Arbeitstheilung sehr ersprießlich, die am besten durch eine freie internationale Vereinigung aller Freunde der Höhlenforschung herbeigeführt werden könnte. Die Mitglieder derselben könnten im Wege gegenseitigen Austausches sich auch Nachrichten über die fremdsprachige Literatur verschaffen, die ihnen auf anderem Wege kaum zugänglich wäre.

Fachvereine, welche nur die Höhlenforschung betreiben, gibt es mehrere, und zwar: Abtheilung für Grottenforschung der Section Küstenland des deutschen und österreichischen Alpenvereines in Triest, Verein „Anthron" in Adelsberg und „Schwäbischer Höhlenverein" in Gutenberg (Württemberg). In neuester Zeit soll sich auch ein Verein „Hades" in Triest gebildet haben. Die Mitgliederzahl dieser Vereine ist jedoch nicht bedeutend und keiner gibt eigene Publicationen heraus [1]), noch stehen sie miteinander in engerer Verbindung. Von der Gründung einer Société spéléologique spricht man in Paris schon seit längerer Zeit. Vielleicht kann diese voraussichtlich größere Vereinigung in der Zukunft den internationalen Contact aller Höhlenforscher

---

[1]) In Wien bestand vom Jahre 1879 bis 1880 ein Verein für Höhlenkunde, der während dieser Zeit den „Literaturanzeiger des Vereines für Höhlenkunde" herausgab, von dem jedoch nur fünf Nummern erschienen sind. Nachdem der Verein seine Selbstständigkeit aufzugeben gezwungen war, fusionirte sich derselbe mit dem österreichischen Touristenclub, und bestand noch unter dem Titel „Section für Höhlenkunde des österreichischen Touristenclub" bis 1888. Die „Mittheilungen der Section für Höhlenkunde des österr. Touristenclub" waren das Vereinsorgan. Von diesem erschienen die Jahrgänge 1882, 1883, 1884, 1885, 1886, 1887 und 1888. Die „Mittheilungen der Section für Naturkunde des österr. Touristenclub" bilden gewissermaßen die Fortsetzung, enthalten aber nur wenig mehr über Höhlen.

Der „Schwäbische Höhlenverein" hat einige zwangslose Hefte und Höhlenpläne an seine Mitglieder vertheilt, ein eigenes Fachorgan besitzt er jedoch nicht. — Ueber die Thätigkeit der Abtheilung für Grottenforschung kann man sich aus den Jahresberichten der „Section Küstenland des deutschen und österreichischen Alpenvereines in Triest" informiren, welche stets ein kurzes Resumé über die Hauptleistungen der Abtheilung bringen. Das im Besitze dieses Vereines befindliche höchst

zur Durchführung bringen. Einstweilen wäre aber ein engerer Contact zwischen den deutschen Höhlenforschern anzustreben. Bayern, Württemberg, Thüringen, Mähren und die österreichischen Alpenländer (insbesondere die Karstdistricte) sind sehr höhlenreich, und es fehlt auch nicht an Forschern, welche die ihnen zunächstliegenden Höhlen studirt haben. Es liegt im Interesse des Faches, daß ein Austausch der gewonnenen Erfahrungen stattfinde, um eine Klärung der Ansichten herbeizuführen und allgemein giltige Theorien aufstellen zu können. Erst dann wird sich die Höhlenkunde Anerkennung verschaffen können, wenn die vielen derzeit noch controversen Fragen gelöst sein werden, und eine allgemein anerkannte Lehrmeinung zur Geltung gelangt sein wird. Dies kann aber nur durch eine Vereinigung aller Vertreter des Faches geschehen; der Einzelne vermag dies nicht!

---

werthvolle „Grottenbuch“ existirt nur in einem einzigen handschriftlichen Exemplar, in welches Fachleuten jedoch stets mit größter Zuvorkommenheit Einblick gestattet wird. — Mit Höhlenforschung beschäftigt sich auch die „Società delle Alpe Giulie“ in Triest, deren in italienischer Sprache veröffentlichte Jahrbücher manche werthvolle Beiträge über Höhlenforschung enthalten. — Die Kremser Höhlenforscher bilden keinen eigenen Verband und wirken nur im Interesse des dortigen Museum-Vereines, dessen Mitglieder sie sind. — In Graz hat sich eine kleinere Gesellschaft die Erforschung der Höhlen im Schöckel zur Aufgabe gemacht. Außerdem besteht noch seit Kurzem ein Verein zur Erforschung der Höhlen in Steiermark, in Graz, welcher durch den Unfall, der sieben seiner Mitglieder in der Lueglоch-Höhle bei Semriach betroffen hat, viel von sich reden gemacht hat, was vor definitivem Abschlusse des Manuscriptes sich ereignete und noch erwähnt werden konnte. Es war dies der bedeutendste Unfall, der bisher in der Höhlenforschung vorgekommen ist. Die Ursache desselben war die Außerachtlassung aller gebotenen Vorsicht. Davon sind die Mitglieder dieses Vereines nicht freizusprechen, denen es übrigens an der erforderlichen fachmännischen Bildung fehlte, um die Tragweite ihres Beginnens erkennen zu können.

II. Capitel.

Höhlenbildungs-Theorien.

Die Höhlen haben schon im grauen Alterthume Aufmerksamkeit erregt. Wir finden bezügliche Stellen schon bei Herodot (über den unterirdischen Lauf des Lykosflusses), bei Pausanias (über den Oberlauf des Alpheios), bei Strabo (über die Kathabothren des Kopaïs-Sees) und noch bei vielen anderen Schriftstellern. Wenn auch viel Fabelhaftes darunter ist, so beweist dies doch, daß schon den alten Geographen der Umstand aufgefallen ist, daß Flüsse in Höhlen verschwinden oder aus solchen hervorbrechen, und daß sie darüber nachgedacht haben, welchen Ursachen dies wohl zuzuschreiben sei, welche Consequenzen daraus erwachsen und wodurch sich die Niveauschwankungen der Gewässer in den abflußlosen Thalbecken, insbesondere Griechenlands, erklären lassen. Das Resultat dieser Betrachtungen war im großen Ganzen ein recht natürliches, denn man pflegte die durch Erdbeben verursachten Einstürze als die Hauptursache der Störungen im geregelten Abflusse zu betrachten, und schrieb die Stauungen in den Kesselthälern auf Rechnung der durch diese Einstürze bewirkten Querschnittsverminderungen der Abflußhöhlen.

Daß die Alten mitunter gerne fabulirten, ist bekannt, und die Lust, gar wundersame Historien über Höhlen zu erzählen, erhielt sich — wie Beispiele es beweisen — bis in die Neuzeit. Von den Nachrichten über Höhlen darf man zumeist ruhig drei Viertheile als Uebertreibungen betrachten und wegstreichen, und manchmal ist dies noch zu wenig. Als Beweis mag die in den „Mittheilungen des deutschen und österreichischen Alpenvereines“ — also eines ernsten Fachblattes — vom Jahre 1890 (Nr. 14) enthaltene Beschreibung der Ottoker Grotte gelten, deren Ausdehnung auf $2^1/_2$ Kilometer geschätzt wird, während sie thatsächlich nur 290 Meter lang ist. Wenn heutzutage noch solche Uebertreibungen vorkommen, um wie viel mehr muß man den älteren Nachrichten mißtrauen, deren Verbreiter sicher sein konnten, daß sie kaum Lügen gestraft werden können. Dazu kommt noch der ehedem nur wenig entwickelte Zustand der Naturwissenschaften, deren riesiger Aufschwung erst eine Errungenschaft unseres Jahrhunderts ist. Die Leute legten sich das Gesehene so gut zurecht, als sie es eben verstanden, und es ist peinlich zu beobachten, wie selbst die größten Geister bis zum Ende des vorigen Jahrhunderts in Ansichten befangen waren, die bei einem heutigen Gymnasiasten ein mitleidiges Lächeln hervorrufen würden. Selbst der große Kant befindet sich unter der Zahl Derjenigen, die in Bezug auf die Anschauungen über Höhlenbildung im Banne ihrer Zeit gefangen lagen. Seine Physische Geographie, welche nach seinen Vortragsheften von seinem Schüler Rink im Jahre 1802 herausgegeben wurde, mag schon zwischen 1780 und 1790 geschrieben worden sein. Sie gibt auch

ein Spiegelbild des Standpunktes der Geophysik jener Zeit, und sie theilt auch das Schicksal, welches unseren heutigen Arbeiten vielleicht gar bald bevorsteht; sie ist antiquirt, überholt.

Das Gleiche gilt von den meisten übrigen Forschern jener Zeit bis über den Anfang unseres Jahrhunderts. Damals entbrannte gerade am heftigsten der Kampf zwischen den Plutonisten und den Neptunisten, und es hieß mit einer oder der anderen Partei gehen; ein Schwanken war nicht möglich. Daher mag es kommen, daß beispielsweise Rosenmüller und Tillesius sich bemüßigt sahen, auch Theorien aufzunehmen, die gerade in der Mode waren, trotzdem sie, wie man beim aufmerksamen Lesen leicht bemerken kann, selber nicht recht daran glaubten. Es ist für den Mann der Wissenschaft selbst heute noch schwer, gegen die jeweilige Strömung anzukämpfen, wenn er nicht die ganze Menge seiner Fachgenossen gegen sich haben will, die, auf die Autorität eines Einzelnen hin, manchmal Lehrmeinungen ungeprüft für richtig erklären, die einer ernstlichen Kritik nicht standzuhalten vermögen, die aber dafür um so fanatischer vertheidigt werden.

Welchen Weg die Kenntniß über die Entstehung der Höhlen im Verlaufe des letzten Jahrhunderts genommen hat, kann aus den nachfolgenden Stichproben ersehen werden, deren chronologische Reihenfolge zugleich ein Bild des allmäligen Fortschrittes gibt, der sich darin manifestirt, daß man immer mehr Ursachen der Höhlenbildung erkannt und den Standpunkt aufgegeben hat, daß man das Phänomen mit einigen wenigen Sätzen zu erklären vermöge. Die seltenen Rückfälle bilden nur Ausnahmen. Im großen Ganzen ist aber die Erkenntniß entschieden fortgeschritten, daß der Höhlenbildungsproceß durch verschiedene Ursachen hervorgerufen werden kann, und daß eine einzige Theorie nicht genügt, um die verschiedenartigen Erscheinungen zu erklären, welche mit der Höhlenbildung im Zusammenhange stehen. Wer sich dem Studium der Höhlenkunde widmen will, der sollte auch die wesentlichsten in der Literatur verzeichneten Ansichten über die Ursachen der Höhlenbildung kennen. Die nachfolgende Sammlung enthält allerdings nur einen kleinen Theil von diesen Ansichten, die leichter zugänglichen Quellen entnommen sind. Eine vollzähligere Anführung mußte schon aus Rücksicht auf den Raum unterbleiben. Wer sich weiter informiren will, der findet im Capitel über die Höhlenliteratur genügende Fingerzeige.

1780—1790. Höhlentheorien nach Immanuel Kant's „Physische Geographie" (Philosophische Bibliothek, Heidelberg 1882, Heft 118—122, S. 124). §. 47. Höhlen befinden sich nur in Felsbergen und es gibt ihrer sowohl natürliche als künstliche. Zu den letzteren kann man vorzüglich die sogenannten Bergwerke zählen. ....(folgt eine Beschreibung der Bergwerke mit Erklärung der Stollen und Schachte)..... Unter den natürlichen Höhlen ist die Martinshöhle in der Schweiz, wo das Licht zur Sommerzeit gerade in dieselbe fällt, eine andere auf dem Pilatusberge u. s. w. zu merken. Weil öfters eine Kälte blos von einem Winde, welcher Dünste bei sich führt, verursacht wird, so ist es auch kein Wunder, daß es in diesen Höhlen sehr kalt ist, weil ein beständiger Wind in ihnen weht. Außer diesen ist noch die berühmte Baumannshöhle wegen der in Stein verwandelten Tropfen zu merken. Man will in ihr bald einen Mönch am Taufsteine, an dem viele Pathen gestanden, bald etwas Anderes beobachtet haben. Es findet sich in dieser Höhle eine Art Kalkspath. Weil nun die hineinfallenden Tropfen denselben gleich auflösen, so werden diese, wenn das Wasser

abgedunstet ist, versteinert und pflegen sich mehrentheils gleich dem Eise röhrenförmig zu bilden. Dieselbe Bewandniß hat es mit Marmor. Wenn nämlich der mineralische Spiritus bei seiner Erzeugung hinzutritt, so macht er, daß die Farbe des Marmor höher wird und ein Jeder nach seiner Einbildung bald dieses, bald jenes darin wahrnimmt.

Noch ist eine besondere Höhle zu merken, in der viele Namen eingeätzt sind, die nun über dem Steine erhöht stehen[1]). Dieses scheint offenbar eine Materie vorauszusetzen, die aus dem Steine vermittelst des Einritzens hervorgedrungen und durch die Länge der Zeit verhärtet worden ist, woraus man füglich auf ein Wachsthum der Steine geschlossen hat.

In dem karpathischen Gebirge befindet sich eine Höhle, in der eine von der auf der Oberfläche der Erde befindlichen ganz entgegengesetzte Witterung angetroffen wird, so daß, wenn hier der Winter seinen Anfang nimmt, die Temperatur in der Höhle milder wird, und wenn es oben am Stärksten friert, daselbst Gras wächst, ja es so warm wird, daß sich wilde Thiere dahin begeben[2]). Wenn es dahingegen an der Erde warm ist, so fängt es an in der Höhle kalt zu werden, bis es zu der Zeit, da es oben am Wärmsten wird, unten Eiszapfen friert, die einer Tanne an Umfang gleichen, daher sich auch die Ungarn selbiger bedienen, um ihre Getränke kalt zu erhalten. Zu diesem Endzwecke aber ist nichts besser, als daß man den Krug, in dem sich das Getränk befindet, mit nassen Tüchern umgebe und in den Wind hänge, da letzteres dann nicht nur kalt bleibt, sondern es auch, wenn es dies noch nicht wäre, um so sicherer wird. Hieraus dürfte man nicht unwahrscheinlich den Schluß ziehen, daß, wenn es an einem Ende kalt wird, das andere in den Zustand der Wärme übergehe. Die Wahrheit dieser allgemeinen Formel würde einigermaßen Gewißheit erhalten, wenn man nur noch beweisen könnte, daß, wenn es an einem Orte wärmer wird, es an dem entgegengesetzten Orte auch in der That kälter werde. Die Thermometer zeigen in einer Schmiede, in der es heiß geworden ist, Kälte an und ein heißes Eisen wird an dem einen Ende noch heißer, wenn man das andere Ende in kaltes Wasser steckt. Auch hat man im Sommer einige Fuß tief Wasser unter der Erde vergraben und darüber ein starkes Feuer gemacht, worauf es plötzlich u. zw. stark erkaltete. Demnach scheint das Feuer, welches über etwas Anderem angebracht wird, das unter ihm Vorhandene kalt zu machen; dasjenige Feuer hingegen, welches unter etwas Anderes gelegt wird, eben dieses zu erwärmen. Diese Erfahrung scheint gleichfalls den vorhin angeführten Satz zu bestätigen......

Im Rammelsberge, der zum Harzgebirge gehört, ist es eben so heiß (wie in dem vorbeschriebenen Schwefelkiesbergwerke), und eine Quelle dagegen auf ihm so kalt, daß man das Wasser derselben nicht an den Fuß bringen kann. Diese große Kälte ist eine Wirkung von dem Hindurchströmen des Wassers durch Gips und Stein. Der vorhin genannte Verfasser (Merou) bemerkt auch, daß die Hitze im Bergwerke, von dem er redete, erst entstanden sei, als die Schachten angelegt wurden, welche den Schwefelkies entblößten.

Anmerkung. Höhlen sind Vertiefungen meistens in Kalkgebirgen, mit mehr oder minder ausgedehnten Gewölben und Gängen. Die Entstehung solcher Höhlen

---

[1]) Nach einer späteren Angabe die Labyrinthhöhle von Gortyn auf Kreta.

[2]) Nach einer Anmerkung am Schlusse des §. 47: die Szeliczahöhle.

beruht bald auf Ausspülungen durch Wasser, bald auf unterirdischen Feuerausbrüchen. Die Zahl derselben auf der Erde ist überaus groß, wenn auch nicht alle gleich merkwürdig sind.

§. 49. Es gibt tief in der Erde liegende Höhlen; das zeigen zum Theil die Erdbeben an; und da diese sich öfters über ganze Welttheile erstrecken, so müssen jene sehr tief sein.

1805. Rosenmüller und Tillesius in ihrem Werke: „Beschreibung merkwürdiger Höhlen ꝛc. Leipzig 1805, in der Einleitung des II. Bandes, S. VII. Man mag, um den Ursprung der Höhlen zu erklären, entweder die Hypothesen eines Burnett, Whiston, Woodwards und Scheuchzer, oder die Meinungen der Herren De Luc, Silberschlag, Leibnitz, De Cartes, Buffon, Walch, Scheffler und anderer Naturforscher und Philosophen, die sich mit der physikalischen Geschichte der Erde beschäftigt haben, zu Rathe ziehen, so wird man immer mit vieler Wahrscheinlichkeit annehmen können, daß mehrere große Höhlen mit der Erde zugleich gebildet worden, andere durch Erdbeben, unterirdische Entzündungen und andere Revolutionen im Innern der Erde, welche eine Hebung, Zertrümmerung oder Zerrüttung der festen Massen veranlaßt haben, entstanden sind. Wasser und Feuer werden demnach immer als die Hauptursachen der Entstehung der Höhlen betrachtet, auch äußert unter anderen Scheuchzer in seiner Orographia Helvetica pag. 127 die Vermuthung, daß ältere, vormals mit Wasser angefüllte Höhlen durch Erderschütterungen verstopft, und der Zufluß des Wassers dadurch verhindert worden sei, wodurch sie aus Wasserbehältern nun wirklich zugängliche Höhlen geworden wären. Durch die Verstopfung der Quellen und Löcher, durch welche das Wasser vormals in die Höhle gedrungen, sei es nunmehr genöthigt worden, andere Auswege zu suchen, Luft habe nunmehr die Stelle des Wassers vertreten und die leeren Räume, welche man jetzt trockenen Fußes durchwandern könne, ausgefüllt.

Cardanus (de subtilit. lib. II) und mit ihm andere Naturforscher vermuthen, daß sich die großen erdharzigen Adern in der Erde nach und nach von der unterirdischen Hitze verzehren und gleichsam ausbrennen, und sich endlich, wenn sie keinen neuen Zufluß bekommen, in leere Räume oder Höhlen verwandeln.

Herr Bergmann in seiner physikalischen Erdbeschreibung und der Verfasser der „Vermischten Beiträge zur physikalischen Erdbeschreibung“ behaupten, daß die Höhlen unserer Erde ihr Dasein mehr als einer Ursache zu danken hätten; und wenn man mehrere Höhlen selbst besucht und ihre inneren Räume selbst aufmerksam beobachtet hat, so fühlt man sich geneigt, mit ihnen gleicher Meinung zu sein. Man findet darin so viele Verschiedenheiten, daß man die Entstehung der einen dem Wasser, der anderen dem Feuer, und einer dritten dem Einsinken der inneren Erdschichten zuschreiben möchte.

Der Herr von Fichtel ist überzeugt, und hat auch in der That nicht wenige oder unwichtige Beweise für seine Meinung, daß manche Berge von der unterirdischen Hitze in die Höhe gehoben worden sind, gesammelt. Wo solche Hebungen durch unterirdisches Feuer bewirkt werden, da müssen auch nothwendig bei so großen und schweren Massen Stürzungen und Stemmungen der Steinlagen stattfinden, und zwischen diesen Stemmungen der Lagen müssen leere Räume zurückbleiben.

Es ist auch leicht zu begreifen, daß das unterirdische Feuer und die dadurch verursachten Erdbeben die Lagen des Gesteines und der Erde aus ihrer natürlichen Richtung heben und unordentlich übereinanderwerfen müssen.

Hierdurch entstehen größere und kleinere Räume und Oeffnungen, je nachdem die Gewalt des Feuers heftig oder nicht heftig gewesen ist. Höhlen dieser Art trifft man gemeiniglich in der Nachbarschaft brennender oder schon verlöschter Vulkane an, und man erkennt sie auch aus ihren Producten, welche gewöhnlich die Entstehungsart der Höhlen verrathen.

Sowohl die dichten als die lockeren Erdschichten haben eine Menge Spalten und Risse, wodurch das Regenwasser eindringt, hier und da sich ansammelt und Ausgänge verschafft, die Erde hier und da auflöst oder auch mit Gewalt ausschwemmt. Hierdurch entstehen unterirdische Gewölbe von mancherlei Größe, und nicht die geringere Zahl der unterirdischen Höhlen ist dieser Art der Ausspülung ihr Dasein schuldig. Da die kalkartigen Berge in Ansehung ihrer auflöslichen Erde und minderen Härte nicht nur auf diese Art durch Ausspülung, sondern sogar durch Auflösung von Wasser ausgehöhlt werden können, so trifft man in denselben auch weit häufiger Höhlen an, als in harten Felsen. Das Wasser nimmt überdies auf seinen Wegen, besonders in gebirgigen Gegenden, wo es bisweilen über Alaun, Vitriol, Schwefelkiese und dergleichen geht und hier vorher Auflösungen und Zersetzungen bewirkt, besonders solche Materien mit auf, durch deren Beimischung seine fressende und auflösende Kraft vermehrt wird.

Was nun endlich drittens die Entstehung der Höhlen durch Einsinken der inneren Erdschichten betrifft, so erfährt man sehr oft aus Nachrichten von verschiedenen Gegenden und Ländern unserer Erde, daß die obere Rinde des Erdballes ganze Stunden weit eingesunken ist.

In einem Aufsatze über die Höhle von Porschesch (recte Porcsest) [1]) in Siebenbürgen sprechen sich die Verfasser weiters über die Höhlenbildung aus, und citiren Johann Ehrenreich von Fichtel's „Mineralogische Bemerkungen von den Karpathen" S. 423 und die Abhandlung desselben Verfassers „Von den Vulkanen der Karpathen", um die Hebung als grottenbildende Ursache zu erweisen. Sie polemisiren gegen das Werk Saussure's: „Reisen durch die Alpen", den Passus betreffend (im I. Th. S. 202—203), der von der Erosion handelt, und berufen sich ferner als Quellen für Höhlenbildungstheorien auf das Werk des Herrn Collegienrathes Pallas: „Sammlung zur Physik und Naturgeschichte" (I. Bd. S. 131) und eines von Herrn Obristlieutenant Keßler von Sprengseysen, welches die Angelegenheit der Entstehung der jetzigen Oberfläche unserer Erde sehr umständlich und mit „frommer Gelehrsamkeit" abhandeln soll.

1836. Theod. Virlet. Des Cavernes, de leur origine et de leur mode de formation, Avesnes 1836, p. 15.

Conclusion! — Nach Allem, was ich über den Ursprung, die Entstehung und das Alter der Höhlen im Allgemeinen gesagt habe, denke ich, daß sich die Theorie auf eine gewisse Anzahl von Gesetzen beschränken läßt, welche die folgenden sind:

1. Die Grundursachen der Existenz der Höhlen sind die Dislocationen und die successiven Erschütterungen der festen Erdrinde.

---

[1]) Bezüglich dieser Höhle sei bemerkt, daß sie nach den topographischen Angaben von R. und T. nicht aufzufinden ist, und nach Mittheilungen von Mitgliedern des siebenbürgischen Karpathenvereines, welche sie suchen gingen, wahrscheinlich auf rumänischem Gebiete nächst dem Grenzposten Poszáda la Kócz liegen dürfte, wenn sie überhaupt existirt oder keine Verwechslung vorliegt.

2. Es müssen sich Höhlen in verschiedenen Epochen gebildet haben, da es auch Hebungen in allen geologischen Epochen gegeben hat.

3. Es gibt Höhlen, welche unmittelbar aus den Brüchen des Bodens entstehen. Ich habe ein gutes Beispiel davon in der Grotte des Jupiter auf Naxos citirt. (Siehe Tafel 39 des Atlas der Expédition scientifique de Morée.)

4. Es gibt Höhlen, deren Erweiterung aus der Combination von Bruchspalten und Gasemanationen resultirt, oder mit dem Durchgange von Thermal- oder Mineralwässern — wie jene von Sillaka auf der Insel Thermia, die in altem Schieferfelsgesteine ausgehöhlt sind — und jenen die entstünden, wenn die Thermalwässer dieser Insel, die in derselben Formation entspringen, versiegen, oder wenn die Gaseruptionen des Isthmus von Korinth aufhören würden.

5. Die Erweiterung vieler Kalkhöhlen ist nur der Erosion gewöhnlichen Wassers zuzuschreiben, welches sandige Depôts zurückgelassen hat, die man dort häufig trifft.

6. Es gibt Höhlen, welche ohne Beihilfe einer dieser umbildenden Kräfte durch Einbrüche in Hohlräume entstanden sind. Wenn diese Einstürze sich bis zur Oberfläche des Bodens fortgepflanzt haben, so rufen sie eine Art Einsturztrichter (cirques d'enfoncement) hervor.

7. Es gibt Höhlen, welche durch einfache Erosion entstanden sind, wie jene, welche am Meeresufer durch den fortwährenden Wellenschlag ausgehöhlt wurden. Derartige Höhlen gibt es in Morea in verschiedenen Höhenlagen (étages), welche auf ebenso viele alte Strandlinien hinweisen.

8. Schließlich ist die Gegenwart von Stalaktiten und Stalagmiten in größeren Höhlen ein sicheres Zeichen, daß ihre Entstehungsursache mit Erdbewegungen zusammenhängt.

Das sind die Ursachen, die mir für gewöhnlich die Höhlenbildung beeinflußt zu haben scheinen. Es können Beispiele vorkommen, die eine Ausnahme von diesen einfachen und natürlichen Regeln bilden, aber diese können nur vereinzelte Fälle sein, die keinesfalls die allgemeinen Thatsachen umzustoßen vermögen.

Virlet schreibt die Bildung der Klüfte den Hebungen in der Erdrinde zu; aus den Klüften läßt er Höhlen entstehen. Er nimmt aber auch ursprüngliche Höhlen an, die er jedoch auch mit den Hebungsacten in Verbindung bringt.

1854. Wilhelm Zippe, in Schmidl's Werke: „Die Grotten und Höhlen von Adelsberg, Lueg, Planina ꝛc.", Wien 1854.

Der Kalkstein (im Karste) ist durch seinen Reichthum an Höhlen ausgezeichnet, in welchen wieder eine ungemein reiche Tropfsteinbildung zu beobachten ist. Diese Höhlenbildung des Karst gibt Anlaß zu den sonderbarsten orographischen Verhältnissen. Bekanntlich ist die Höhlen- und Tropfsteinbildung durch die Auflösung des kohlensauren Kalkes in kohlensäurehaltendem Wasser bedingt. Da nun in anderen Kalkgebirgen die Höhlen nicht so häufig, und in dieser Gegend kein Grund vorhanden ist, einen größeren Gehalt von Kohlensäure in der Atmosphäre und folglich im Wasser anzunehmen, so muß die Ursache im Gestein liegen.

Wie schon oben bemerkt, zeichnet sich die Kalkregion durch rothe Färbung der Dammerde, durch Ablagerungen von rothem Lehm aus, und das Gestein selbst ist mit rothen Adern durchzogen, jedoch nur an der Verwitterung ausgesetzten Stellen. Diese rothe Färbung rührt von Eisenoxyd her. Nun ist aber das Gestein selbst sehr licht gefärbt, und in ihm kann kein Eisenoxyd sein. Ich glaube daher, das Eisen ist

im Karstkalke als kohlensaures Oxydul vorhanden, welches bei Zutritt der Atmosphäre verwittert und in Oxyd umgewandelt wird. Hierbei entwickelt sich Kohlensäure, welche an das die Verwitterung bedingende Wasser tritt und so die Auflösung des Kalkes bewirkt. An einigen Stellen mag der Kalk reicher an solchem kohlensauren Eisenoxydul sein, welches sich in Adern concentrirt hat; hier werden mit der Zeit Höhlungen entstehen, Einstürze erfolgen und so größere unterirdische Räume gebildet.

An der Decke und den Wänden dieser Höhlungen tropft nun das zusetzende Tagwasser herab, welches sich mit doppeltkohlensaurem Kalk auf seinem Wege durch das Gestein gesättigt hat, hier in Berührung mit der Luft einen Theil Kohlensäure fahren läßt, wodurch der nun unlöslich gewordene, einfach kohlensaure Kalk sich niederschlagen muß und so Tropfstein bildet.

Die bereits erwähnten, die Gebirgsoberfläche auf eine eigenthümliche Weise auszeichnenden Dolinen dürften wohl als Höhlen zu betrachten sein, deren Decke eingebrochen ist. Mitunter ist die Höhle noch in horizontaler Richtung zu verfolgen. So die Piuka jama bei Adelsberg in der Mitte des unterirdischen Wasserlaufes Poik; die Doline bei St. Canzian am Anfang des unterirdischen Wasserlaufes der Reka.



Sanct Canzian mit den Dolinen.

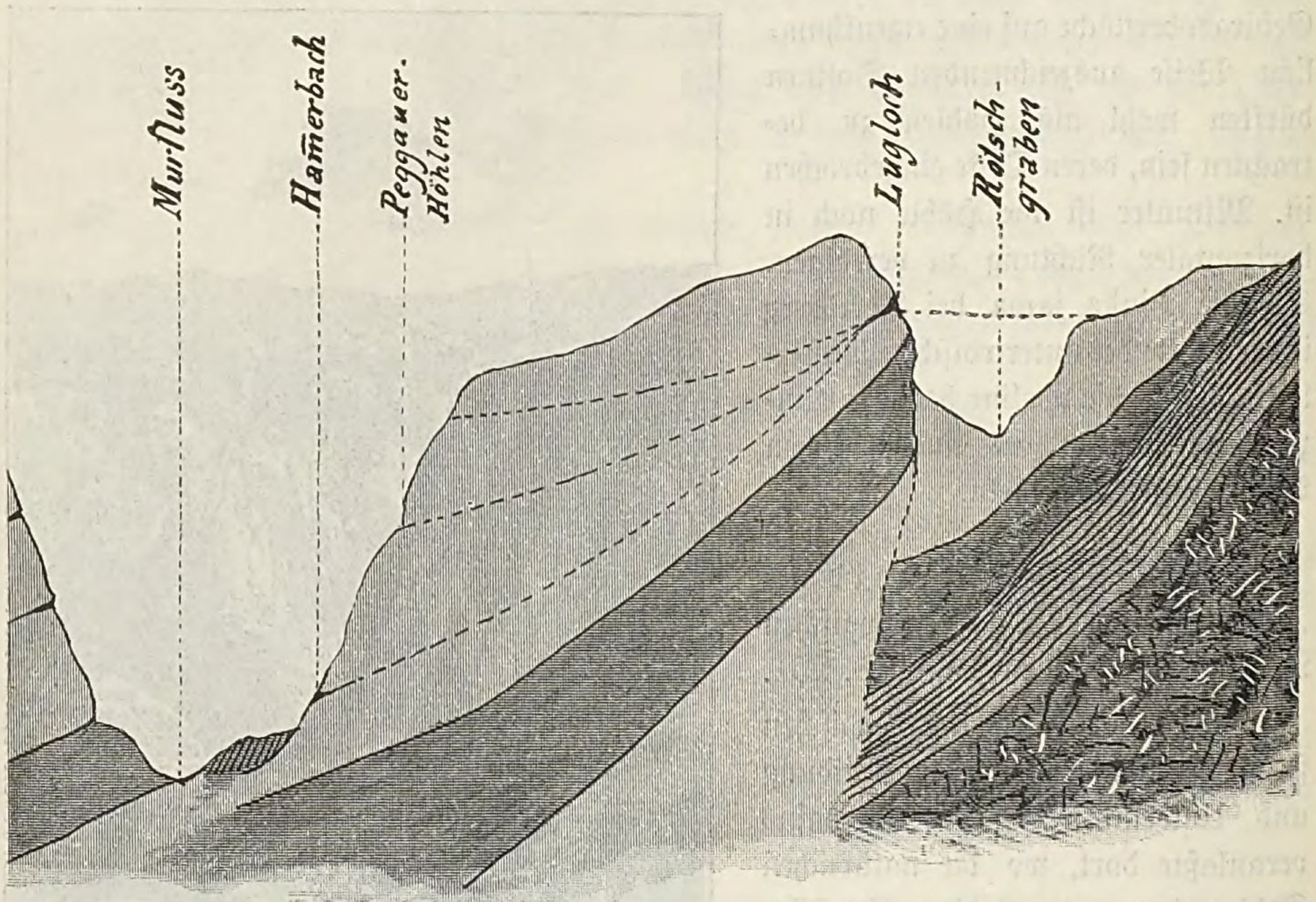
1858. Vinc. Lipold im „Jahrbuche der k. k. geologischen Reichsanstalt", Wien 1858, S. 251.

Die durch die unterirdischen Flüsse hervorgerufene Höhlenbildung und Unterminirung des Terrains veranlaßte dort, wo die natürlichen Stützen der unterirdischen Gewölbe, durch fortschreitende Abnagung und Zerstörung geschwächt, endlich dasselbe nicht mehr zu tragen im Stande waren, nothwendigerweise Brüche und Einstürze, die sich in der Regel bis zum Tage ausdehnten. Diese Wirkungen der unterirdischen Gewässer sind in den zahlreichen pingenartigen und trichterförmigen Vertiefungen, die man in dem bezeichneten Theile von Unterkrain (Umgebung von Gottschee) findet, nicht zu verkennen, und ich finde keinen Anstand anzunehmen, daß auch die vorhandenen größeren Dolinen größtentheils, ja daß selbst manche der bedeutenderen Kesselthäler nur der oben erörterten Wirkung der unterirdischen Flüsse ihre Entstehung verdanken.

1869. Fuhlrott hat in seiner kleinen Schrift: „Die Grotten und Höhlen von Rheinland-Westphalen", Iserlohn 1869, eine Reihe von Ursachen zusammengestellt, welche die Höhlenbildung hervorrufen oder beeinflussen.

1871. Gundaker Graf Wurmbrand: „Ueber die Grotten und Höhlen in dem Kalkgebirge bei Peggau." Separatabdruck, Graz 1871, Selbstverlag.

Es heißt da S. 5: „Im Allgemeinen unterscheidet man Einbruchs- oder Einfluß-, Ausbruchs- oder Ausflußhöhlen. Diese Bezeichnungen werden mit Rücksicht auf das Einfließen oder Ausfließen von Wässern genommen und auch da angewendet, wo man Grund hat zu vermuthen, daß dieses Verhältniß früher stattfand. Schmidl unterscheidet ferner Grotten und Höhlen. Unter letzteren versteht er jene unterirdischen Räume, welche das Bett unterirdisch strömender Gewässer sind, unter Grotten aber alle übrigen horizontalen Aushöhlungen, was nicht ausschließt, daß auch in den Grotten eine Wasseransammlung, ein kleiner See sich vorfindet, wenn es nur eben ein stehendes, nicht strömendes Gewässer ist." — Graf Wurmbrand acceptirt diese Terminologie und wendet dieselbe im weiteren Verlaufe seiner Abhandlung an. —

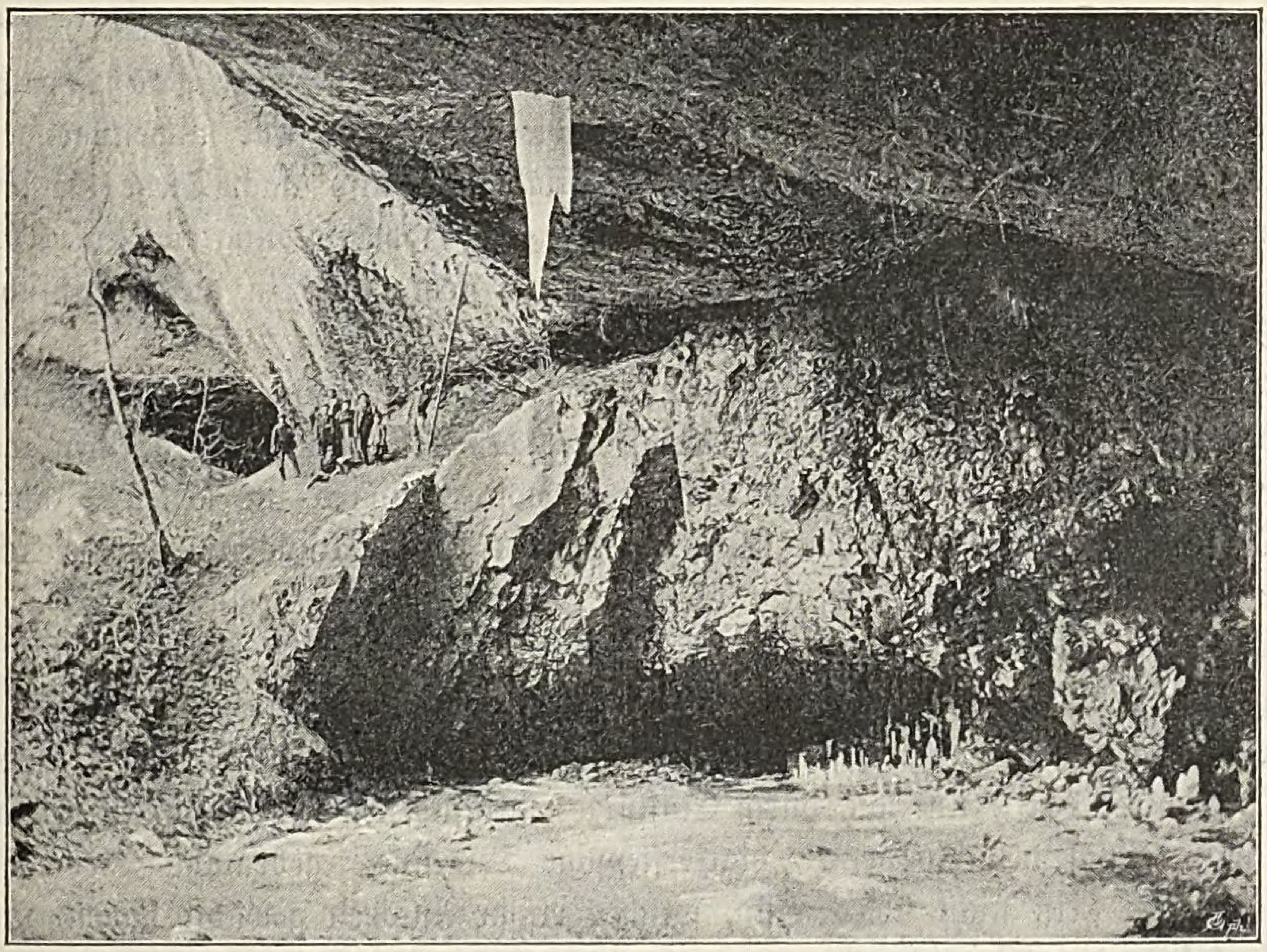


Verwerfungen im Peggauer Gebirge nach Graf Wurmbrand.

Am Schlusse von S. 6 wird erwähnt: „In eine weit zurückgelegene Periode müssen wir wohl den Anfang der Durchnagung der alten Kalkgebirge versetzen, da diese enormen Evacuationen, wie sie z. B. die Mirnitzer Drachenhöhle oder gar die berühmten großen Höhlen Krains und Ungarns aufweisen, einerseits eine sehr lange Zeit ruhiger Zersetzung und Durchsickerung des Gesteines voraussetzen, anderseits die Terrainformen und Wasserläufe nun so verändert sind, daß ein Einströmen und Durchströmen oft nicht mehr denkbar ist. Eingefügte Thalschluchten, deren Sohle tiefer liegt als die oberen Eingänge der Höhlen, haben dieselben dem gegenwärtigen Wasserzuge völlig entrückt..... Die Höhlen haben also bestanden, bevor jene Schluchten derart eingefügt wurden und wir müssen uns, um die Ursachen ihrer jetzigen Gestaltung zu erklären, den antediluvianischen Charakter der Landschaft vorstellen.

Graf Wurmbrand steht auf dem Standpunkte, daß der Durchbruch der Höhlen mit Hilfe von Klüften erfolgt ist, deren Entstehung er mit Hebungsacten in Ver-

bindung bringt. Nach einer schematischen Darstellung auf Seite 11 (die hier reproducirt erscheint) liegt das Luegloch in einer großartigen Verwerfung. Die Wassercirculation folgt der Lagerung der devonischen Kalke, die über devonischen Schiefern liegen. Es sind also vorzugsweise die Schichtungsklüfte, welche den Wässern den Weg durch das Gebirge ermöglicht haben. Die nach mehrfacher Richtung offenen Klüfte haben die Höhlenbildung ermöglicht, und die Entstehung der starken Zerklüftung schreibt Graf Wurmbrand Hebungsacten zu. Für die Ansicht, daß durch den Durchbruch von Höhlen oberirdische Thalrinnen außer Action getreten sind und daß umgekehrt durch die Eintiefung von Gräben andere Höhlen trocken geworden sind, gibt es Beispiele genug in der Literatur. In ersterer Hinsicht kann angeführt werden die Höhle des Bonheurflusses (nach Martel), durch deren Durchbruch eine noch heute deutlich erkennbare Flußrinne vom Wasser verlassen worden ist, welches jetzt durch die kluft-



Eingang in das Luegloch bei Semriach nach einer Photographie von Friedrich Gerwig in Graz (Winteraufnahme mit Eisbildungen).

förmige Höhle fließt. Für die zweite Eventualität sprechen die Ausbruchsstellen der Steigquelle, welche ehedem die Krausgrotte durchflossen hat und die mit der Austiefung des Thales Schritt hielten, wodurch die oberen Etagen eine um die andere zu trockenen Grotten umgewandelt worden sind. An eine Höhlenbildung ohne vorhergegangene Spaltenbildung glaubt Graf Wurmbrand nicht und steht somit auf demselben Standpunkte, der auch im vorliegenden Buche eingenommen ist.

1873—1891. Dr. E. Tietze. Eine ganze Reihe von Schriften, welche auf Höhlenbildung Bezug haben, verdankt man dem Geologen Dr. E. Tietze. Die wesentlichsten darunter sind folgende: „Geologische Darstellung der Gegend zwischen Carlsstadt in Croatien und dem nördlichen Theile des Kanals von Morlacca", im „Jahrbuche der k. k. geologischen Reichsanstalt", Wien 1873, S. 27 ff. — Diese Arbeit ist auch reproducirt in dem Buche: „Die Wassernoth im Karste der croatischen

Militärgrenze", herausgegeben über Anordnung des k. k. General-Commando in Agram, Agram 1874, welches auch Beiträge von Baurath A. Beyer in Wien und Professor Dr. H. Pilar in Agram enthält. — „Zur Geologie der Karsterscheinungen", Jahrbuch der k. k. geologischen Reichsanstalt, Wien 1880, S. 729 ff. — „Geologische Uebersicht von Montenegro", Jahrbuch der k. k. geologischen Reichsanstalt, Wien 1884, S. 1 ff. — „Beiträge zur Geologie von Lykien", Jahrbuch der k. k. geologischen Reichsanstalt, Wien 1885, S. 283 ff. — Ueber Karsterscheinungen im Bereiche der ostgalizischen tertiären Gypsformation in den Aufsätzen: „Beiträge zur Geologie von Galizien", 3. Folge, im „Jahrbuche der k. k. geologischen Reichsanstalt", Wien 1886, S. 681 ff. und 5. Folge im Jahrbuche 1891, S. 62 ff.

Die Ansicht Dr. E. Tietze's über die Höhlen- und die Dolinenbildung läßt sich aus der erstangeführten Schrift am besten entnehmen (Wassernoth 2c.). Seite 97 sagt er: „Die Zerklüftung und Durchlöcherung der Kalkmassen ist das Hauptmoment für die Beurtheilung der Wasserverhältnisse des Karstes im Allgemeinen...." und Seite 98 fügt er hinzu: „Die Erosion wäre also in diesem Gebirge größtentheils in das Innere verlegt, und deshalb zeigt die Oberfläche nur ungenügende und unzusammenhängende Thalbildung". Die Klüftigkeit ist also nach Tietze die Ursache der Verlegung der Erosion in das Innere und der Höhlenbildung an jener Grenze, wo das Wasser zu circuliren gezwungen ist. Tietze steht daher in dieser Hinsicht auf dem Standpunkte der meisten modernen Geologen.

Bezüglich der Dolinenbildung erkennt er dieselben als Einsturzerscheinungen und bekämpft jene Lehrmeinungen, welche sie den Riesentöpfen[1]) zuzählen wollen. Diesbezüglich weist er auf die Untersuchungen von Leonhard im neuen „Jahrbuche für Mineralogie" 1854 und von G. v. Helmersen im „Mémorial de l'Académie des sciences de St. Petersbourg" (7. sér., tome XI, Petersbourg 1868) hin. Helmersen hält die trichterförmigen, das Wasser in die Tiefe durchlassenden Einsenkungen des baltischen Silurkalkes von den Riesentöpfen getrennt. Dieses Citat läßt vermuthen, daß Tietze unter echten Dolinen (er gebraucht diesen Ausdruck S. 112 und S. 118), nur die durch Einstürze entstandenen Depressionen verstanden wissen will. Auch den Ausdruck „blattersteppige Terrains" gebraucht Tietze bereits und nennt ihn „ein nicht übles Bild, welches einige Autoren gewählt haben, um die Trichterplastik zu versinnlichen".

Ein gewisses historisches Interesse kann seine Widerlegung älterer Ansichten über Höhlenbildung und Karsterscheinungen beanspruchen. Bezüglich der Terra rossa neigt Tietze sich der Ansicht von Stache zu. Die Literaturangaben über dieses noch sehr strittige Thema sind sehr lesenswerth.

1873. Dr. Oscar Fraas, in den „Sammlungen gemeinverständlicher wissenschaftlicher Vorträge" von Rud. Virchow und Fr. v. Holtzendorff, VII. Serie, Heft 168.

In Frankreich haben die Gelehrten etwa folgenden Beweisgang eingeschlagen: Die Bildung der Höhlen geschah durch sauere Dämpfe, welche in alten geologischen Perioden dem Erdinnern entströmten. Als in der letzten geologischen Periode, zur Zeit der Gletscher und der Ueberschwemmungen, die Erosion der Thäler begann, wurden die in den Kalkbergen vorhandenen Höhlen von dem Thal angeschnitten und

[1]) Wären die Dolinen eine bloße Oberflächenerscheinung, etwa nach Art der Riesentöpfe, dann müßte sich das Wasser in ihrem Grunde zu stehenden Becken ansammeln (S. 117).

der Thalschutt in die Höhlen eingeschwemmt. Sobald die Höhle bei tiefer gehender Auswaschung trocken gelegt wurde, bemächtigte sich ihrer der Mensch als Bergeplatz, ward aber, da seine Spuren theilweise tief unter dem Schutt liegen, zu verschiedenen Zeiten durch Ueberschwemmung wieder aus seiner Höhle vertrieben, und seine Wohnstätte, seine Küche und sein Lagerplatz vom Schlamme zugedeckt. Bei dem Fortschreiten der Thalauswaschung wurden später die tiefer liegenden Höhlen angeschnitten, so daß heutzutage die Höhenlage einer Höhle über der Thalsohle deren relatives Alter bekundet. Die hoch am Bergesrand, z. B. 30 Meter über dem Wasserspiegel des Thales, mündenden Höhlen sind älter als die 20 Meter hohen, diese älter als die 10 Meter und darunter gelegenen. Um die Zeit zu bestimmen, in welcher die Höhlen zutage traten, wird irgend ein Minimalsatz für die Erosion eines Kalksteines zu Grunde gelegt, etwa 1 Millimeter im Jahr, und kommen nun bekanntlich die Gelehrten über dem Rhein zu den enormen Ziffern (20—30 Jahrtausende), nach welchen sie das Alter des Menschen berechnen.

Auf welch unendlich schwachen Füßen diese ganze Logik steht, bedarf kaum einer Ausführung. Es ist entschieden verboten, in der Wissenschaft geologischen Sätzen, die nichts weniger als feststehen und unter allen Umständen disputabel sind, mathematische Beweiskraft zu vindiciren, und nun auf Grund von mehr oder minder hypothetischen Sätzen Schlüsse von so eminenter Tragweite zu ziehen, wie z. B. daß Europa schon seit 30.000 Jahren von Menschen bewohnt sei. In erster Linie ist die Höhlenbildung sicher ganz anders vor sich gegangen, als die alte plutonische Schule wähnte, welche sauere Emanationen zu Hilfe rief, um den Kalk zu durchfressen. Unbefangene, aufmerksame Beobachter von Höhlen erblicken vielmehr in denselben alte unterirdische Wasserläufe, welche durch Spalten und Trichter mit der Oberfläche in Verbindung stehen. Jeder Bach, der aus dem Kalkberge entspringt, hat einen oft meilenlangen unterirdischen Lauf, und gibt es ja bekanntlich Höhlen genug, in welche man mittelst Fahrzeugen eindringt. Die Höhlen sieht man daher viel richtiger als Wasserläufe an. Erdbeben und Niveauveränderungen des Bodens haben in alten Zeiten schon den früheren Wasserlauf abgeleitet und wurden dadurch Höhlen trocken gelegt. Immer aber setzt die Bildung einer Höhle die früher vorhandene Thalbildung voraus, das Wasser, das jene bildete, verlangte einen Ausfluß ins Thal, und hat man solchen Einfluß und Ausfluß noch fast in jeder Höhle beobachten können. Die Existenz einer Höhle vor dem Thal, ist ein Kind vor dem Vater, eine unnatürliche Annahme, gegen welche jeder gesunde Sinn sich sträuben muß.

In zweiter Linie setzen die Anhänger der französischen Theorien die Bildung der Thäler durch die Kraft der Erosion voraus. Es bedarf wohl kaum der Erwähnung, daß, so sicher sich Erosionsthäler in Schuttland, in der Molasse bis hinab zum Gneiß und Granit bilden, ebenso sicher auch eine große Zahl, vielleicht weitaus die Mehrzahl, nicht durch Erosion, sondern durch Spaltung und Klüftung der Gebirge sich gebildet hat. Namentlich kennt man kein Beispiel, daß sich in Kalkgebirgen quer durch meilenweit ausgedehnte Kalkbänke ein Fluß ein Thal genagt hätte. Kommt ein Fluß auf seinem Lauf durch die Länder an Kalkgebirge, so staut er sich vielmehr, läuft dann über die Kalkbänke weg und stürzt sich in Katarakten und Wasserfällen über die Bänke in das tiefere Gebirge. In diesem Falle existirt keine Spalte durch das Gebirge, die er benützen und sich zurecht machen könnte. Ueberall aber, wo der Fluß quer durch ein Kalkgebirge hindurchgeht in ganz bestimmter, von dem allgemeinen

Gefäll der Schichten unabhängigen Richtung, da ist es mehr als gewagt, die Thalbildung allein der Erosion zuzuschreiben. Ja, man kann im Gegentheil die meisten Thäler Belgiens und Frankreichs ganz positiv als Spaltenthäler bezeichnen, indem der allgemeine Wasserlauf — die Thäler als nicht vorhanden gesetzt — eine ganz andere Richtung genommen haben müßte, als er sie durch die Oeffnung der Gebirgsspalte gerade nahm.

Ein Blick in jedes geologische Lehrbuch zeigt auch dem Laien, wie sehr die Ansichten über Höhlenbildung und Thalbildung differiren und wie wenig man diese Erscheinung ein und derselben geologischen Action zuschreiben darf. Es mag wohl Höhlen geben in vulkanischen Gebieten, welche durch die Einwirkung von Säuren sich gebildet haben, aber es ist verboten, nun daraus zu schließen, daß alle Höhlen auch fern von jedem vulkanischen Herd so entstanden seien. Ebensowenig maßen wir uns an, sagen zu wollen, alle Höhlen seien durch unterirdische Wasserläufe entstanden, wenn wir auch, namentlich in allen Gips- und Kalkgebirgen, die Mehrzahl der vorhandenen Höhlen auf diesem Wege zu erklären vermögen. Viele Höhlen existiren wohl auch vom Anfang an, d. h. seit der Zeit der Bildung des Gebirges, in welchem wir sie treffen. Man denke nur an die Klippenbrunnen im Riff, die theilweise in weiter Entfernung von der Brandung dem überwuchernden Wachsthum der Korallen ihre Existenz verdanken. Unter allen Umständen gibt es sehr verschiedene Grundursachen, denen die Höhlen ihre Entstehung verdanken, gerade wie dies auch bei der Bildung der Thäler der Fall ist. Welche der verschiedenen Grundursachen nun aber im einzelnen Fall gewirkt hat, und ob nicht noch anderweitige Factoren in Rechnung zu ziehen sind, die bisher unbeachtet geblieben, mag wohl in jedem einzelnen Falle der Localgeologe nach vorangegangener Detailprüfung entscheiden, im Princip aber können derartige Fragen nie und nimmermehr erledigt werden.

1874. W. Boyd Dawkins, (englische Ausgabe), 1876, deutsche Uebersetzung von Dr. J. W. Spengel unter dem Titel: „Die Höhlen und die Ureinwohner Europa's", (Leipzig und Heidelberg) S. 21:

„Die in Kalkfelsen liegenden Höhlen besitzen Charaktere, durch welche sie sich von allen übrigen unterscheiden. Sie öffnen sich meistens an den Abhängen von Thälern und Schluchten in verschiedener Höhe, indem sie um die Haupt-Erosionsachse gerade wie die Zweige um den Stamm eines Baumes angeordnet sind, so z. B. in Chebdar-Paß. Der Uebergang vom Thal zur Schlucht und von der Schlucht zur Höhle ist manchmal so allmählig, daß man unmöglich verkennen kann, daß alle drei Folgen derselben Ursache sind.....

„In allen Gegenden, wo Höhlen vorkommen, trifft man trichterförmige Hohlräume von verschiedener Größe, die in England als „pot-holes" (Topflöcher) oder „swallow-holes" (Schlundlöcher), in Frankreich als „bétoires", „chaudrons du diable", „marmites de géants", in Griechenland als „Katavothra", in Deutschland als „Riesentöpfe" bezeichnet werden, in denen sich das Regenwasser sammelt, ehe es gänzlich in den unterirdischen Bahnen verschwindet. Man kann sie in allen Stadien sehen, bisweilen als flache Trichter, in denen nur nach außerordentlichen Regengüssen Wasser steht, in anderen Fällen als tiefe senkrechte Schachte, in die das Wasser beständig hinabstürzt, wie beim Helln-Pot in Yorkshire. Auch die von Desnoyer beschriebenen Cirques oder Kessel gehören zu derselben Classe von Höhlungen....".

Der dynamo-geologische Theil des Buches von Professor Dawkins umfaßt nur 57 Seiten (8°). Die übrigen (ca. 300) Seiten sind zumeist anthropologischen Studien

gewidmet. Bei der großen Gedrängtheit des geologischen Theiles ist es immerhin denkbar, daß eine ausführlichere Behandlung gezeigt hätte, daß Dawkins durchaus nicht der Meinung ist, daß die Dolinen in der Art der Gletschermühlen, Riesentöpfe u. dgl. entstanden sind, weil er wiederholt darauf zurückkommt, daß sich die Höhlen auf den Linien des geringsten Widerstandes durch mechanische und durch chemische Erosion bilden. Die Ursache des Mißverständnisses liegt wahrscheinlich nur in der Wahl der vergleichenden Ausdrücke aus anderen Sprachen, woran der Uebersetzer aber nicht die Schuld trägt. Die angeführten Ausdrücke bezeichnen durchaus keine identischen Erscheinungen. Es muß aber leider zugestanden werden, daß die wissenschaftlichen Bezeichnungen nicht so feststehende sind, daß nicht zwei verschiedene Verfasser denselben Ausdruck für zwei sehr verschiedene Dinge verwenden können.

Die Thalbildung erfolgt nach Dawkins durch Zurückrücken der Höhle, die durch Einbruch zur Schlucht und später durch Abwitterung der Steilwände zur Thalrinne wird.

Ueber die Entstehungsursache der Höhlen äußert sich Dawkins deutlicher S. 39, wo er sagt: „Schon ein oberflächlicher Blick zeigt uns, daß fließendes Wasser das Hauptagens gewesen ist. Der Kalkstein ist so von Rissen und Eintrocknungslinien durchsetzt, daß das Wasser rasch einsickert und sich in kleinen Strömen sammelt, deren Richtung von dem Fallen der Schichten und der Lage der Spalten abhängt", und S. 41 sagt er nochmals: „Aus den vorhergehenden Seiten ersieht man, daß Höhlen in Kalkfelsen nur Gänge sind, die vom Wasser ausgehöhlt sind, welches die Linien des geringsten Widerstandes oder die bei der Schrumpfung der Schichten während ihres Erhärtens entstandenen Risse aufgesucht hat". Nirgends nimmt Dawkins die senkrechten Höhlen aus, um sie als reine Oberflächenerscheinungen zu bezeichnen, wie man ihm imputiren wollte, um ihn als Gewährsmann für unhaltbare Theorien mißbrauchen zu können.

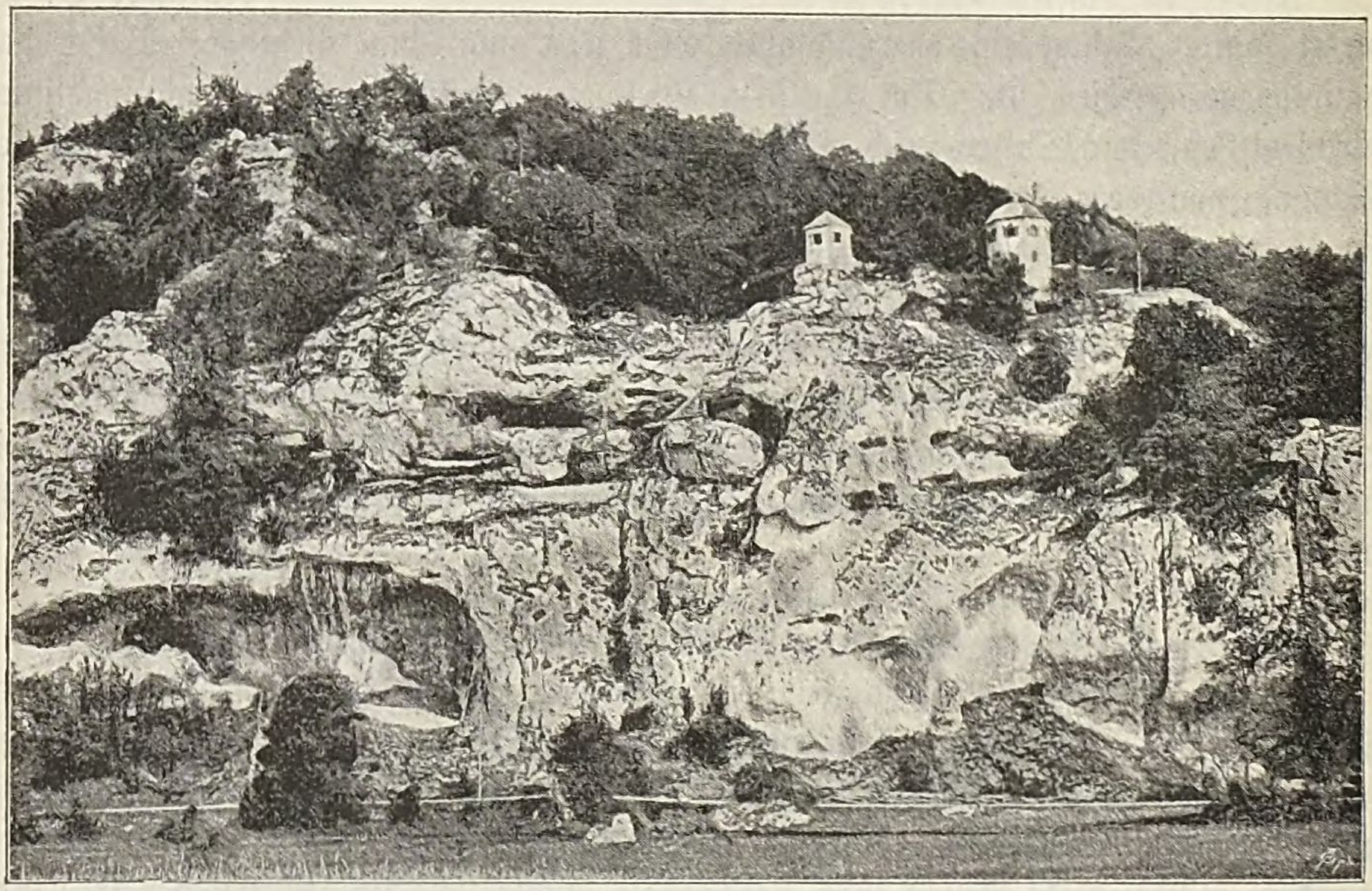
1875. Dr. Franz Ritter von Hauer, Geologie, Wien, 1875.

Durch die chemische Thätigkeit des Wassers, namentlich wenn dasselbe unter höherem Druck, bei höherer Temperatur und in Verbindung mit Kohlensäure oder anderen Säuren die Gebirgsgesteine durchdringt, werden dieselben zersetzt, theilweise aufgelöst und ihre Bestandtheile an die Erdoberfläche geführt. Diese durch lange Zeitperioden fortdauernde Action muß nothwendig Hohlräume im Innern der Erdrinde hervorbringen und ihr verdanken in der That die Höhlen und unterirdischen Grotten, die wir am häufigsten in den leicht löslichen Kalk- und Gipsgesteinen finden, ihre Entstehung. Derartige Hohlräume nun, wenn bei ihrer fortwährenden Erweiterung das Deckengewölbe die auf demselben ruhende Last nicht mehr zu tragen vermag, stürzen ein und die durch den Sturz hervorgebrachte Erschütterung wird stets ein je nach der Bedeutung der Katastrophe mehr oder weniger weit reichendes Erdbeben hervorrufen. In manchen Gebieten, wie namentlich in den aus Kalksteinen bestehenden Plateaus der Karstländer ist in der That der ganze Untergrund von Höhlen und Grotten durchzogen; stundenweit hat man an vielen Stellen — ich erinnere hier nur an die Adelsberger Grotte — ihren unterirdischen Lauf verfolgt, ohne bisher auch nur annähernd diese ganze unterirdische Welt erforscht zu haben. Von der Häufigkeit der Einstürze aber, welche in diesen Gebieten stattfinden, geben die zahllosen Gesteinstrichter oder Dolinen, welche man auf den Plateaus beobachtet, ein untrügliches Kennzeichen. In Form und Art der Entstehung sind sie genau dasselbe, wie die von dem Bergmanne sogenannten Pingen oder kreisförmigen Erdtrichter, welche durch den Ein-

sturz der in den Bergbauen durch Menschenhand hervorgebrachten Hohlräume so häufig entstehen. Uebrigens kann man sich, wenn die Hohlräume eine beträchtliche horizontale, aber nur geringe verticale Ausdehnung besitzen und in größeren Tiefen sich befinden, auch ganz wohl vorstellen, daß die Folgen des Einsturzes an der Erdoberfläche nicht immer sichtbar werden. Hier, wie bei so vielen anderen geologischen Erscheinungen, darf man aber nie vergessen, daß gleiche oder sehr analoge Erscheinungen oft durch sehr verschiedene Ursachen erzeugt werden.

1878. Dr. W. von Gümbel, in: „Beiträge zur Anthropologie und Urgeschichte Bayerns", München 1879, S. 192.

„Es genügt nicht einfach ein Auflösen der Felsmassen durch Wasser, es muß dieses Wasser auch zu der unterirdischen Lagerstätte gelangen, dort circuliren und wieder abfließen können. Dies wird durch die Zerklüftung der Gesteine vermittelt, welche dem Meteor-, Tag- &c. Wasser den Zugang in die Tiefe öffnet



Eingang in das Schulerloch bei Regensburg nach einer Photographie.

und dem mit gelöster Mineralsubstanz geschwängerten Wasser wieder freien Abzug gestattet, um neuen Wassermengen Platz zu machen, und den Proceß der Auflösung fortwirken zu lassen. Es begreift sich daher von selbst, daß besondere günstige Verhältnisse zusammenwirken müssen, um eine solche Höhlenbildung einzuleiten. Derartige günstige Umstände treffen nun nicht überall zusammen, sondern nur in beschränktem Maße da und dort, und daraus erklärt es sich, daß Höhlen gerade nicht überall vorkommen, daß sie aber am häufigsten im Kalkgebirge sich finden, weil Kalk überhaupt zu den verbreitetsten Felsarten der Erdrinde gehört und am öftesten die besonderen Verhältnisse darbietet, unter deren Herrschaft die Höhlenbildung überhaupt möglich ist.

„Wesentlich gefördert wird die chemische Arbeit des kohlensäurehaltigen Wassers noch durch den Umstand, daß von dem durch die Auflösung von Kalktheilchen an sich gelockerten Material noch Theilchen durch den Stoß, Fall oder die Bewegung des Wassers auch auf mechanischem Wege losgerissen und mit fortgeschwemmt werden, wodurch immer neue Angriffspunkte für die weitere Arbeit geboten werden.

„Dem Zusammentreffen besonders günstiger Verhältnisse verdankt der Frankenjura seinen außergewöhnlichen Reichthum an Höhlen."

S. 194. „Es sei noch bemerkt, daß im fränkischen Gebirge die wenigsten der hier vorfindlichen Höhlen durch eine seitliche oder horizontale Ausmündung zugänglich sind; die meisten liegen tief begraben im Innern der Felsmassen und werden äußerlich nur durch eine eigenthümliche trichterförmige Einsenkung verrathen, welche die Bewohner der Gegend „Wetterlöcher" oder „Schauerlöcher" nennen, indem sie dieselben für Wirkungen der Blitzschläge halten. Sie bezeichnen die Stelle, wo von oben das Regenwasser eindringt und sind daher die verticalen Eingänge zu unterirdischen Hohlräumen.....

„Selten sind Höhlungen ganz in dichten Kalkstein eingeschlossen, wie das Schulerloch bei Kehlheim und das Osterloch am Walchensee, welche großartige Erweiterungen von mehr oder weniger senkrechten Klüften darstellen. Weiter findet sich noch eine Höhle in dem Fichtelgebirge, die Langenauer-Höhle, entstanden durch die Zersetzung eisenreichen Schiefers und der Knollenlage in dem oberdevonischen Kalkstein. Endlich sei noch die Mühlthalhöhle im Mangfallthal bei Valley erwähnt, welche als eine durch Kalktuffabsätze überwucherte Felsenausbuchtung angesehen werden kann, durch Steinbrucharbeit aber bereits wieder zerstört worden ist."

Einige andere wichtige Sätze aus den Schriften von Oberbergdirector Professor Dr. W. v. Gümbel werden an geeigneter Stelle noch im Texte angeführt werden.

1880. Edm. von Mojsisovics, im „Jahrbuche des deutschen und österreichischen Alpenvereines", Wien 1880.

...Die großartige Durchlöcherung der Kalkformationen, die unterirdischen Flußäufe und die durch diese theils chemische, theils mechanische Erosion bewirkten partiellen Einstürze sind es nicht, welche das Karstphänomen bedingen. Sie sind offenbar nur begleitende Erscheinungen, für welche hier aus noch unbekannten Gründen die Bedingungen günstiger sind[1]), als anderwärts. Sie sind nur, wie man auch sagen kann, die sichtbaren Aeußerungen des Karst-Processes. Ein für die Beurtheilung der Karsterscheinungen sehr wichtiger Punkt scheint bisher übersehen oder wenigstens nicht hinreichend gewürdigt worden zu sein. Es sind die großen, die Stelle der normalen Thalbildung einnehmenden trogförmigen Becken („Polje" in der slavischen Türkei), deren Ursprung nur in wenigen Fällen auf wirkliche Einstürze zurückzuführen ist. In den meisten Fällen tragen diese Becken den Stempel einfacher Erosionsthäler, deren Ausgang durch einen Felsriegel verlegt ist. Jeder Versuch einer Erklärung der Karsterscheinungen muß vor allem diesen blinden Thälern Rechnung tragen. Da das Karstphänomen, wo es auftritt, keine localisirte Erscheinung ist, sondern über weite Districte gleichmäßig verbreitet ist, da ferner selbst ein der Entfaltung dieses Phänomens ungünstig erscheinender Gebirgsbau, wie z. B. der dalmatinisch-bosnische Faltenbau, die Erscheinung keineswegs zu beeinträchtigen vermag, so kann nur eine auf weite Strecken hin gleichmäßig wirkende, mächtige Kraft die Ursache des Karstphänomens sein. Meiner Ansicht nach ist nun diese Kraft keine andere, als der horizontal wirkende Gebirgsschub.

---

[1]) Es bedarf wohl keiner besonderen Erwähnung, daß vereinzelte Höhlen in vielen Kalkgebirgen vorkommen, welche niemals den hier zu besprechenden typischen Karst-Proceß durchgemacht haben. — In manchen Kalkgebirgen dürften aber die noch vorhandenen Höhlen die letzten Ueberbleibsel eines erloschenen Karst-Processes sein. M.

Wenn in Gebirgsgegenden die mechanische Arbeit der Thalbildung[1]) durch fortdauernde oder mehr weniger intermittirende Gebirgsfaltung gestört oder unterbrochen wird, so wird die nächste Folge der Abdämmung von Thalstrecken zu Seebecken sein. Besteht das Gebirge aus im Wasser unlöslichen Gesteinen, so kann erst die Ausfüllung der Seebecken durch Neubildungen, oder die mechanische Ausfeilung einer Abflußrinne das Seebecken wieder trocken legen. Besteht das Gebirge aus einem im Wasser relativ leicht löslichen Gestein, wie reiner Kalk, welcher überdies leicht zur Zerklüftung neigt, so kann sich das Wasser zunächst durch chemische, in späteren Perioden aber durch vereinigt chemisch-mechanische Erosion unterirdische Abflußwege öffnen. Die den Proceß beschleunigende Zerklüftung der Kalkfelsen kann selbstverständlich durch die fortdauernde Gebirgsfaltung herbeigeführt oder beschleunigt werden. Hört die Gebirgsstauung auf, oder läßt die Intensität derselben bedeutend nach, so werden sich nach und nach, in Folge des Nachstürzens des Deckgebirges und der gleichzeitig fortschreitenden subaërischen Denudation, die unterirdischen Flußläufe in subaërische Abflußrinnen transformiren — und der Karstproceß, welcher sonach als eine besondere Form der Erosion in reinen Kalkgebieten erscheint, ist beendet.

Störung der begonnenen Thalbildung in Kalkgebirgen durch Gebirgsfaltung wäre sonach die erste Veranlassung zur Herausbildung des Karstphänomens...

Nachdem noch die Ablagerungen der Braunkohlen in den Kesselthälern als ein Beweis für die Ansicht des Verfassers aufgeführt worden ist, geht derselbe auf die Karsttrichter über, die er von den Dolinen unterscheidet.

...Die Karsttrichter werden allgemein ebenso wie die Dolinen (Einsturzkessel) als durch den Zusammenbruch unterirdischer Hohlräume veranlaßte Einsturzerscheinungen aufgefaßt. Indessen spricht schon die auffallend regelmäßige Form der Trichter gegen diese Annahme. Einstürze kennzeichnen sich stets durch unregelmäßige Umrisse und selbst benachbarte, unter ähnlichen Umständen zu Stande gekommene Einstürze werden nie genau die Form ihrer Nachbarn copiren. Bei Karsttrichtern gehört aber gerade die Wiederkehr derselben trichterförmigen Gestalt mit mehr oder weniger kreisrundem Umriß zu den charakteristischen Eigenschaften.

Die volle Ueberzeugung aber, daß die Karsttrichter keine Einstürze sein können, erhält man in solchen Fällen, wo geneigte Flächen, wie z. B. Berggehänge von Trichtern derart dicht besetzt sind, daß nur schmale Felsrippen als Ränder zwischen den einzelnen Trichtern fortlaufen. Man hat derartigen Flächen nicht unpassend das Prädicat „blattersteppig" beigelegt. Wie sich aber derartige oberflächliche Aushöhlungen im festen Kalkfels als Einstürze erklären lassen sollen, scheint mir gänzlich unverständlich. Als ich zum ersten Mal mit Karsttrichtern besäte „blattersteppige" Gehänge sah, wurde ich sofort an die Karrenfelder unserer nördlichen Kalkalpen erinnert. Es fiel mir zunächst auf, daß diesen südlichen Gegenden Karrenfelder vollständig fehlen[2]),

[1]) Ich bin mit Rutimeyer, Heim und Anderen der Ansicht, daß die Gebirgsthäler der Hauptsache nach das Werk der Erosion sind. Wenn ich auch gerne zugebe, daß in gewissen Fällen (namentlich bei wenig oder gar nicht dislocirten Gesteinen) die Thäler vorzüglich der Richtung der vorhandenen Kluftrichtungen folgen, wie auch Daubrée noch neuerdings durch Mittheilung instructiver Beispiele aus Frankreich zeigte, so dürfte doch hier ebenfalls der Hauptantheil der eigentlichen Arbeit der Erosion zuzuschreiben sein. M.

[2]) Dies ist nicht ganz richtig und es kann höchstens zugegeben werden, daß am Krainer Karste weit seltener als in den nördlichen Kalkalpen typische Karrenfelder vorkommen. Sehr schöne Karrenfelder zeigt die Nordseite der Doline „stara apnenca" nächst Adelsberg, wo die Schichten ziemlich steil einfallen. K.

trotzdem die äußeren Bedingungen zur Bildung derselben in vielen Fällen erfüllt schienen. Als ich dann weiter beobachtete, wie innig die Verbreitung der Trichter mit dem Auftreten der Terra rossa[1]) oder deren Derivaten zusammenhängt, so setzte sich bei mir die Ansicht fest, daß die sogenannten Karsttrichter in die Kategorie der „geologischen Orgeln" gehören, mit welchen sie auch die äußere Gestalt gemeinsam haben. Die Karsttrichter sind die Hauptangriffspunkte der chemischen subaërischen Auflösung der Kalkfelsen, und deshalb findet sich auch die unlösliche Asche des Kalks, die Terra rossa, so innig mit den Trichtern vergesellschaftet. Ich füge noch hinzu, daß die Karsttrichter, ebenso wie ihre Stellvertreter in den nördlichen Kalkalpen, die Karren, stets gesellig auftreten und daß der Durchmesser der einzelnen Trichter von wenigen Centimetern bis zu vielen Metern variiren kann. Es ist augenscheinlich, daß die Trichter allmälig nach Tiefe und Umfang wachsen. Benachbarte Trichter vereinigen sich mit der Zeit in Folge der allmäligen Auflösung der Scheidewand zu Doppeltrichtern u. s. w. Der Zusammenhang zwischen den Karsttrichtern und den eigentlichen Karsterscheinungen bestünde demnach nur in dem zufälligen Zusammenvorkommen an demselben Orte.

An anderem Orte („Grundlinien der Geologie von Bosnien-Herzegowina" im „Jahrbuch der k. k. geologischen Reichsanstalt", Wien 1880) wird der Eingangs erwähnte Satz fast wörtlich wiederholt.

Zur Klarstellung des Standpunktes, den Mojsisovics in der Karstfrage einnimmt, gehört auch ein weiterer Satz aus dieser Abhandlung, welcher lautet: „Zu den wesentlichsten Karsterscheinungen rechnen wir die Becken ohne oberirdischen Abfluß, die weitverzweigten Hohlräume, die unterirdischen Flußläufe und die Einsturzkessel (Dolinen)." Mojsisovics leugnet also die Einsturzerscheinungen durchaus nicht, er hält im Gegentheile die Dolinen für jene Depressionen, die zu den charakteristischen Karsterscheinungen gerechnet werden müssen. Was Mojsisovics aber Karsttrichter nennt, sind trichterförmige Depressionen, die allerdings nicht in der Weise entstanden sind, wie die Einsturzdolinen, aber auch nicht in der Art, wie sie Mojsisovics beschreibt. Er sagt ausdrücklich: „die Karsttrichter gehören in die Kategorie der geologischen Orgeln, mit welchen sie ja auch die äußere Gestalt gemein haben." Was aber unter dem Ausdrucke „geologische Orgeln" zu verstehen sei, wird nicht genauer präcisirt, obwohl dies nöthig gewesen wäre, weil derselbe vielfach angewendet wird, u. zw. nicht stets in Bezug auf eine gewisse bestimmte Erosionsform. Letzteres ist wohl die Ursache der vielerlei Mißverständnisse, die zu heftigen Polemiken schon Anlaß gegeben haben.

1886. Dr. Melchior Neumayr, „Erdgeschichte", Leipzig 1886, bezeichnet S. 453 die Karren als Oberflächenerscheinung, welche vom abfließenden Regenwasser auf geneigten Schichtflächen des Kalksteines ausgewaschen werden. Ueber Karsttrichter und Dolinen, die er zwar nicht durch eigene Benennungen unterscheidet, deren Entstehung er aber auf verschiedene Weise erklärt, sagt er S. 455: „Diese Vertiefungen des Bodens bezeichnen uns äußerliche Communicationen der Oberfläche mit dem unter-

[1]) Neumayer und Fuchs haben gezeigt, daß die in den Mittelmeerländern in so großer Verbreitung auftretende Terra rossa nichts weiter als der bei der atmosphärischen Auflösung reiner Kalksteine verbleibende unlösliche Rückstand sei. M.

Stache hat dagegen eine andere Theorie aufgestellt, auf welche später noch wiederholt die Rede kommen wird. Stache nimmt nämlich an, daß sich die terra rossa nicht aus allen Kalksteinen bilde und daß sie sich derzeit auf secundärer Lagerstätte befinde. Neumayer und Fuchs sind übrigens nicht gleicher Ansicht miteinander. K.

irdischen System von Wasserläufen und Hohlräumen, wenn dieselben auch äußerlich nicht immer sichtbar sind." Die Mehrzahl der Dolinen sind, nach Neumayr, durch Einsturz entstanden. Einfache Auflösung des Kalkes — sagt er weiter — kann einen Canal in der Tiefe erweitern, dessen oberes Ende sich später durch Schutt verstopft und die Trichterform annimmt.

Neumayr ist also einer der Ersten, der eine zweifache Möglichkeit der Entstehung jener trichterförmigen Vertiefungen annimmt, die man in Krain mit dem Gesammtnamen „Dolinen" bezeichnet.

1887. A. Daubrée: „Les eaux souterraines à l'époque actuelle". Paris 1887.

„Der unterirdischen Wassercirculation gegenüber verhalten sich die Höhlen wie die Bruchspalten, jedoch mit größerer Wirksamkeit. Die bedeutende Entwicklung, welche sie in vielen Kalkgebirgen besitzen, verschafft ihnen eine hervorragende hydrologische Bedeutung...... Die Namen Höhlen oder Grotten bezeichnen Höhlungen von sehr unregelmäßigen Formen, die einmal in mehr oder minder geräumigen Kammern bestehen, ein andermal in engen Röhren, die miteinander in Verbindung stehen und Gänge bilden, die sich hunderte oder tausende von Metern weit erstrecken können.

„Die Felsklüfte (Diaclases) sind manchmal sehr weit, weil eine mechanische Action ihre Wände auseinandergerückt hat, manchmal, weil dieselben durch die unterirdischen Wässer angegriffen worden sind, am häufigsten jedoch, weil beide Actionen zusammengewirkt haben. Auf diese Weise können sie nach und nach zu wirklichen Höhlen werden, die ebenso aus höchst unregelmäßigen Bruchspalten (cassures), wie aus der Loslösung zweier Schichten von einander entstehen können......

„Andere Höhlungen von sehr abwechselnden Formen, wie: die puits naturels, gouffres, abîmes, ragagés (Provence), dolines (Friaul[1]), entonnoirs, bétoires, puisards; chastma bei den alten Griechen, katavothra bei den modernen; Schlotten in Thüringen, swallow holes in Nord-England, ponor bei den Slaven, schließen sich an die Höhlen durch allerlei Uebergänge an, und spielen eine wichtige Rolle in der Vertheilung der unterirdischen Gewässer."

Von Trichtern führt Daubrée jene von Aïn-Taïba in der Sahara an, deren Entstehung er Einstürzen in Folge der Auslaugung von Gipslagern zuschreibt.

Höhlen gibt es, wie Daubrée (S. 293) betont, vorzüglich in Kalkgebirgen jeglichen Alters.

Die Entstehung der Grotte d'Arcy-sur-Cure (im Jurakalke, welche aus einer großen Anzahl von Kammern besteht, die durch Scheidewände abgeschnürt erscheinen und eine 800 Meter lange geradlinige Höhle bilden) wird durch die Annahme erklärt, daß senkrechte Klüfte die Erosion der einzelnen derzeit miteinander verbundenen Räume ermöglicht haben.

Die puits naturels (berges du Clain bei Poitiers) sollen durch wirbelndes Wasser erodirt worden sein.

Aus den Causses von Larzac werden als typische Erscheinungen angeführt: 1. die bétoires oder entonnoirs genannten Erdtrichter, die häufig stufenförmig aufgebaut sind; 2. die Abgründe (abîmes, puits naturels oder Abenc); 3. senkrechte Brüche und Spalten, theils leer, theils mit einer röthlichen Erde und mit Gesteinstrümmern

---

[1]) Soll heißen Carniole (Krain).

ausgefüllt; 4. zahlreiche Höhlen- und Quellenbildungen. Die Spalten spielen bei allen Höhlenbildungen eine Hauptrolle. Den Klüften haben sich andere Brüche zugesellt und daher stammen auch verschieden geformte Höhlungen. Dies erklärt auch, warum sich häufig Hohlräume entlang von Dislocationsspalten hinziehen. Gleich künstlichen Aushebungen haben die größeren oder kleineren Höhlungen eine Rückwirkung auf die oberirdischen Wässer ausgeübt. Dadurch entstanden unterirdische Bäche und Ströme, welche durch die Austiefung der Thäler nach und nach ihren Platz gewechselt haben. Die Wirkung des Wassers ist zugleich eine mechanische und eine chemische. Die Sande, Gerölle und Lehme stammen von der mechanischen Wirkung, denn sie sind Schwemmproducte; die chemische Wirkung verräth sich durch gewisse Formen, die nur sie allein zu erzeugen vermag, wie die corrodirte Oberfläche der Wände, die wie angefault erscheinen, und die Gegenwart von Tropfstein. Derlei Spuren findet man noch in ganz trockenen Höhlen, woraus man erkennen kann, daß ihre Trockenlegung relativ jung ist und von der Austiefung der benachbarten Thäler herstammt, durch welche der Abfluß erfolgt ist. Die zugänglichen Höhlen in Frankreich zählen nach Hunderten, eine weit größere Anzahl ist unerschlossen. Die Höhlen sind mit Einstürzen vergesellschaftet, die unzählig in den österreichischen Karstländern sind.

Außer den Höhlen, welche durch Uebereinanderthürmung von Felsblöcken entstehen (wie man derlei sehr häufig im Walde von Fontainebleau sieht), gibt es auch solche, welche durch Hinwegschaffung von Sanden durch das infiltrirte Wasser entstehen, wenn die Sande in verhärteten Schotterbänken eingeschlossen sind.

Die Auslaugung von Gips oder Steinsalz erzeugt ebenfalls Hohlräume, und durch diese Einstürze die sich an der Oberfläche bemerkbar machen. Am 9. November 1876 entstand ein Einbruch durch die künstliche Salzgewinnung (durch Auslaugung) in Arth-sur-Meurthe, der durch die gleiche Ursache hervorgerufen wurde.

Das Gleiten von losen Blöcken auf geneigter Unterlage mit Hilfe des Wassers, wie es in Roquefort beobachtet wurde, kann ebenfalls spaltenförmige Hohlräume erzeugen.

Die Brandung erzeugt Höhlen und Naturbrücken, wie an der Küste von Etretat, bei Dieppe, Tréport, in den Graniten der Bretagne und von Jersey, in den Basalten von Staffa, bei Sorrent 2c.

Auch in Lavagängen bilden sich Höhlen, wie bei Royat (Puy-du-Dôme), Lancerotte, Teneriffa und in Island, welchen ergiebige Quellen entfließen.

Die Schlammströme einzelner Vulkane deuten ebenfalls auf das Vorhandensein größerer Hohlräume mit Wasseransammlungen hin. Auch diese haben schon Einstürze bewirkt.

Daubrée führt auch reihenförmig angeordnete Einstürze auf einer Bruchlinie bei Mournans an, die sich über Onglières und Plenisette bis Plenise (Jura) hinzieht. Lons-le-Saulnier, welches auf Jurakalk steht, der auf einer mergeligen und salzführenden Unterlage ruht, ist ein classisches Einsturzgebiet. Einstürze sind aus der dortigen Gegend verzeichnet aus den Jahren 1703, 1712, 1738, 1792, 1814 und 1830. Eine geradlinig angeordnete Trichterreihe kennt man auch in den Wäldern von Arbois (13 an der Zahl).

Daubrée nimmt überhaupt noch mehr Entstehungsursachen an als seine französischen Vorgänger, und er läßt bereits gelten, daß sich Höhlen fortwährend neu bilden, sowie daß Einstürze stattfinden, durch welche Dolinen erzeugt werden. Die auszugsweise citirten wenigen Sätze aus dem reichen Beweismateriale Daubrée's

zeigen, welchen hervorragenden Standpunkt dieser Gelehrte einnimmt. Sozusagen schulgerechte Definitionen bringt Daubrée zwar nicht, man erkennt aber seine Ansichten leicht aus den von ihm angeführten Beispielen.

1888—1894. E. A. Martel. Von diesem eifrigen Specialisten der Höhlenforschung sind im Verlaufe der letzten sechs Jahre ungefähr ein halbes hundert größerer und kleinerer Publicationen erschienen, unter denen die bedeutendste das Werk „Les Cevennes" (Paris 1890) ist. Man führt Martel mitunter als Anhänger der subaërischen Entstehung der Schlünde, Dolinen und Trichter an (gleich Dawkins, Mojsisovics und Čvijić). Daß diese Annahme nicht ganz richtig sei, beweist sein 23. Capitel: Les eaux souterraines, in welchem er, nachdem er eine Reihe von Theorien angeführt hat, S. 362 sagt: „Wie dem auch sei, keine dieser Theorien genügt für sich allein, um die Bildung der Schlünde (puits naturels) zu erklären. Das hat schon Desnoyer im Jahre 1888 in seiner ausgezeichneten Arbeit über die Grotten [1]) ausgesprochen, als er die drei Einflüsse schilderte: Dislocation der Ablagerungen (durch Einschrumpfung oder Bruch)', strömende Wässer (die Einstürze hervorrufen), Auflösung (durch chemische Einwirkung)."

„Unsere Untersuchungen der Schlünde der Cevennen haben uns zur Ansicht geführt, daß es kein allgemeines Gesetz für die Entstehung dieser Abgründe gibt, daß die höchst verschiedenen localen Terrain- und Höhenverhältnisse auch sehr verschiedene Resultate hervorgerufen haben, und daß gewisse Abgründe allen drei erwähnten Ursachen ihre Entstehung verdanken, während bei anderen deren nur zwei, oder selbst auch nur eine Ursache die Bildung hervorgerufen hat."

Damals hatten Martel und seine Freunde erst vierzehn Schlünde in den Cevennen erforscht; seither ist diese Zahl auf hundert angewachsen, aber schon in seinen ersten Publicationen erklärt Martel den Schlund von Padirac als einen Einsturzschlund. Allerdings vergleicht er auch einige andere Schlünde mit Riesentöpfen, die zu den reinen Oberflächenerscheinungen gehören, wenn man die Bezeichnung richtig anwendet. Die bouteillenförmigen Schlünde schreibt er einstürzenden Wässern zu, welche Wirbel am Grunde erzeugen, eine Ansicht, zu der ihn die schraubenförmigen Auswaschungen im „Avenc de l'Egue" bestimmt haben mögen, die er S. 364 erwähnt, wobei er sich auch auf Lapparent bezieht, welcher der gleichen Ansicht ist, die auch von einigen deutschen Geologen getheilt worden ist.

Die Höhlenbildung in den Plateaugebirgen schreibt Martel vorzugsweise der Infiltration durch Klüfte zu; er erkennt übrigens auch an, daß es in gewissen Gebirgsarten (vulkanischen u. s. w.) auf andere Weise gebildete Höhlen gibt. Unter den französischen Forschern steht Martel daher der deutschen Schule am nächsten. Inwieweit seine Forschungen am österreichischen Karste, die er im Herbste 1893 angestellt hat, seine Ansichten beeinflußt haben, wird sein neuestes Werk „Les abîmes" lehren, von dem bei Schluß dieses Buches erst einige Correcturbogen vorlagen, aus denen aber schon ersichtlich war, daß er zum mindesten für weichere Kalke den Einsturzerscheinungen einen weit größeren Einfluß einräumt als früher.

Mit großer Begeisterung schildert da Martel die Naturwunder des Karst und insbesondere die unterirdischen Wasserläufe in der Adelsberger Grotte, in den Rekahöhlen und in den Rakbachhöhlen. Die Umgebung der Naturbrücken (im Rakbach-

---

[1]) Im „Dictionnaire d'histoire naturelle de d'Orbigny". 2. Auflage, 6. Bd., Paris 1868.

thale) nennt er das lehrreichste Terrain, welches er je gesehen hat, und das will viel sagen, denn Herr Martel hat seine Untersuchungen über den wesentlichsten Theil von Frankreich und über die Karstländer nördlich und östlich des Adriatischen Meeres ausgedehnt, bis Griechenland hinab.

Herr Martel ist Advocat in Paris und zählt als Naturforscher daher nicht unter die zünftige Gelehrtenwelt. Seine zahlreichen wissenschaftlichen Arbeiten berechtigen ihn aber, einen Platz unter denselben zu beanspruchen [1]). Seit dem Auftreten Martel's hat die Höhlenforschung in Frankreich einen großen Aufschwung erhalten. Dieses Verdienst wird auch allgemein anerkannt, und zwar nicht nur in Frankreich selbst, sondern auch außerhalb dieses Landes, soweit als man sich überhaupt für Höhlenforschung interessirt.

In seinem neuesten Werke wiederholt Martel seine Anerkennung der drei Haupteinflüsse, bemerkt aber S. 449: „Was die Schachte oder Jama's (Avens) betrifft, die gewöhnlich sehr enge sind, so sind sie dort (am Karst) sehr zahlreich, und sind, wie in den Causses, der Effect einer oberirdischen Aushöhlung (creusement superficiel) sowohl mechanischer (érosion) als chemischer Natur (corrosion). S. 550 führt er ebenfalls „avens de creusement superficiel“ an. Vielleicht bringt das Buch, wenn es vollständig vorliegen wird, darüber eine Aufklärung, was unter dem „creusement superficiel“ zu verstehen ist.

1889. Prof. Dr. J. H. Kloos zeigt in seiner vorzüglichen Monographie: „Die Hermannshöhle bei Rübeland“, Weimar 1889, daß die Spaltenbildung zu den Grundursachen der Höhlenbildung gehöre. Er sagt (S. 7): „Es ist gewiß kein Zufall, daß das höhlenreiche Karstgebiet der illyrischen Küstenländer einem außerordentlich stark gefalteten und gestörten Gebirge angehört. Die alpinen Massenkalke der Kreidezeit, welche dort in bedeutender Mächtigkeit entwickelt sind, haben der Stauung und Zusammenschiebung einen kolossalen Widerstand entgegengesetzt. Eine tiefgehende Zerspaltung mußte davon die Folge sein und diese in Gemeinschaft mit der Löslichkeit des Gesteins war die Ursache der Höhlenbildung“.

1891. Professor Dr. Siegmund Günther, „Lehrbuch der physikalischen Geographie“ (Stuttgart 1891) S. 473.

Die erste Bedingung zur Entstehung einer Karstlandschaft ist die, daß das anstehende Gestein ganz oder doch fast ganz aus Kalk besteht. In ihm kann die Denudation mit besonderer Leichtigkeit arbeiten; seine Porosität und Zerklüftung bewirkt rasches Einsickern des atmosphärischen Wassers bis zu tief gelegenen Horizonten. Oede und Einförmigkeit, zerrissene Kalksteinplateaus, Mangel an Wasser und Vegetation, sowie zahlreiche Bodeneinsenkungen kennzeichnen die Karstlandschaft an der Oberfläche; verzweigte Höhlen und unterirdisch fließende Wasserläufe kennzeichnen dieselbe unter der Erde.

Der Name „Karst“ und der daraus abgeleitete „Verkarstung“ stammt von jener vielbesuchten Gegend in Innerkrain, welche von den Slovenen „Kras“ genannt wird. Dieses Bergland ist jedoch nur der am weitesten nach Nordwesten vorgeschobene Ausläufer eines weit ausgedehnteren Gebietes, denn als verkarstet kann der ganze westliche Theil der Balkanhalbinsel gelten bis hinab zur Südspitze des Peloponneses.

[1]) Siehe den Aufsatz: „Die Höhlenforschung in Frankreich“ in Petermann's Geographische Monatshefte, Gotha 1892, 4. Heft.

Für ganz Griechenland ist der Karstcharakter der maßgebende und Partsch hebt richtig hervor, daß die oft abenteuerliche Hydrographie der alten Griechen großentheils durch die im Karstgebiete gewonnenen Eindrücke beeinflußt gewesen sei. Andere Karstregionen findet man in Lievland und Esthland, in Australien und Südbrasilien, in Wisconsin, Arkansas und Missouri, wo Pumpelly eine geradezu ungeheuerliche Denudation des Kalksteines nachgewiesen hat, und nach den Angaben, welche Rothpletz über gewisse Erscheinungen im Schweizer Jura gemacht hat, fehlen auch diesem Faltengebirge wirkliche Karstpartien nicht.

Ein Gleiches darf gesagt werden von den Pyrenäen (großartige Erosionserscheinungen, theilweise wieder mehr an Verkarstung erinnernd, sind von De Margerie am Mont Perdu beobachtet worden), sowie selbst von unserem deutschen Mittelgebirge. (In den Dolomitbergen des südlichen Harzes hat Schwalbe nicht weniger als elf Höhlen von ausgesprochenem Karsttypus in Augenschein genommen.) In einer seltenen, aber lesenswerthen Schrift von Schöpf („Beiträge zur mineralogischen Kenntniß des östlichen Theiles von Nordamerika und seiner Gebirge", Erlangen 1787, S. 102 ff.) beschreibt dieser vielgereiste Autor die Verkarstungsphänomene von Virginien und erwähnt dabei gelegentlich, in seiner fränkischen Heimat gebe es auch so zerklüftete Stellen. Die Pegnitz z. B. habe auch eine unterirdische Lauffstrecke. So wenig bekannt letzterer Umstand auch ist, so hat es doch damit seine Richtigkeit, denn der noch sehr junge Fluß verschwindet in der That gleich unterhalb der Stadt Pegnitz, kommt aber schon sehr bald wieder zum Vorschein. Aber allerdings tritt das Phänomen dort überall nur mehr gelegentlich, nicht aber mit solcher Gleichförmigkeit auf, wie in Krain, Westkroatien und Istrien, wo durchweg die Zerklüftung der Kalkfelsen die Regel, das Vorhandensein eines eigentlichen Längsthales mit fließendem Wasser (häufig sind vorab in Bosnien die Thäler mit blindem Ausgange „polje") die seltene Ausnahme bildet."

Die Depression, in der der Zirknitzersee liegt, ist, nach Günther, nicht als ein einfaches Einsturzbecken aufzufassen. Sein Thal gehört zu jenen, bei deren Entstehung der Karsttypus schon theilweise vom Typus des eigentlichen Längsthales verdrängt wird.

Die Dolinen rangirt Günther unter die Erdfälle und sagt weiters bezüglich der abgeböschten Dolinen: „Die Erosion ist an der Entstehung der Gruben nicht direkt betheiligt, aber allerdings hat sie nachher das ihrige gethan, um die Steilränder der Hohlkegel in sanftere Böschungen überzuführen. Die meisten Karstseen sind morphologisch den Dolinen zuzurechnen, doch gibt es Ausnahmen."

Die kleinen Depressionen an Spaltenmündungen führt Günther nicht an. Gerade hierüber seine Ansicht zu hören, wäre sehr erwünscht. In Fig. 159 führt er sogenannte Mutterdolinen vor, in denen sich kleinere Tochterdolinen befinden. Der auf diese Weise erfolgende Abtrag erzeugt durch Ineinandergreifen der Abschwemmungsbezirke mit der Zeit ausgedehnte Depressionen. Auf derselben Seite (S. 477) befindet sich auch die Abbildung einer Doppeldoline (Fig. 160).

Höhlenbildende Ursachen werden im Capitel XVI mehrfach erwähnt, und ist darunter besonders hervorzuheben, daß dem fließenden Wasser ein größerer Antheil an der Erosion zugeschrieben wird als dem stagnirenden. Strudellöcher, Riesenkessel und Gletschertöpfe schreibt Günther der Wirkung von wirbelndem Wasser zu, und führt als Gewährsmann Nordenskiöld an, welcher sagt: „Die Kessel entstehen meist an solchen Stellen, wo mit Grus untermischtes Wasser auf die eine oder andere

Weise an ein und derselben Stelle längere Zeit hindurch in rotirender Bewegung ist, so z. B. durch Wirbel in Wasserfällen, durch den Wogenschwall am Strande, ja sogar durch die Drehbewegung, in welche der Wind das Wasser in den Vertiefungen auf einem Granitfelsen versetzt.“ Auch die geologischen Orgeln oder Erdpfeifen sollen die gleiche Entstehungsursache haben, wären also als reine Oberflächenerscheinungen zu betrachten. Daß auch die tiefen Erosionsschlünde zu dieser Classe zu zählen seien, wie Einzelne es behaupten, wird jedoch nicht gesagt.

1893. Carl Siegmeth: „Die Agteleker-Tropfsteinhöhle“, Eperies 1890, S. 8. „Die Kalkgebirge sind das günstigste Terrain zur Höhlenbildung. Die Gewässer sickern durch Spalten und Klüftungen ein und vermehren beim Durchdringen des Humusbodens ihren Kohlensäure-Gehalt, mit dessen Hilfe sie aus den Kalken den leichtlöslichen doppeltkohlensauren Kalk bilden und ihn mit sich führen. Mehrere auf diese Weise ausgehöhlte Spalten vereinigen sich zu einem größeren Flußlaufe. Bedeutende Wassermassen durchströmen diese unterirdischen Flußläufe. Mit der chemischen, auflösenden Thätigkeit vereinigte sich die mechanische Erosion und bildete die ungeheuren Räume, wie wir sie heute in der Agteleker Höhle und in anderen Höhlen bewundern.“

„An einzelnen Stellen setzte das Gestein der chemischen und mechanischen Einwirkung einen geringeren Widerstand entgegen, es bildeten sich dort größere Hohlräume, weite Hallen, an anderen Orten wieder gelang es dem Wasser nur schwer das nöthige Flußbett herauszuarbeiten; die Höhle blieb hier gangförmig, enge, bei hohem Wasserstande nur schwer zugänglich. In den hallenförmigen Ausweitungen staut sich das Wasser oft zu Seen an, oder es ist wenigstens das Vorhandensein derselben in früherer Zeit nachweisbar.“

„Trifft das Wasser auf eine Schichtungsfläche, dann hat es natürlich leichtes Spiel und mit ihm auch der Höhlentourist, denn an solchen Stellen ist die Sohle ziemlich eben und leicht gangbar. Oft findet das Wasser einen neuen Abfluß, verläßt die alte Höhle, das alte Bett. Die Höhle wird dann trocken, wird zur Grotte.“

„Die Erosionsthätigkeit des Wassers äußert sich auch in der Bildung trichterförmiger Mulden an der Oberfläche des Plateaus, die man am Karste „Dolinen“ bei uns „Töbör“ nennt. Viele solche Dolinen verdanken auch ihre Entstehung dem Einsturze der Decken von Höhlenräumen und correspondiren dann mit Schuttkegeln oder Schutthalden im Inneren der Höhle. Manche gestatten dem Wasser den Eintritt in die Höhle, bei manchen ist dies nicht der Fall, oder der vorhanden gewesene Abflußkanal ist verstopft. In solchen Dolinen sammelt sich das Wasser zu Seen an und meistens ist der Boden mit einem rothen, eisenhaltigen Thon, der Terra rossa des Karstes bedeckt, als Rückstand des durch das Wasser ausgelaugten Kalksteines. Solche Dolinen oder Töbör finden wir auch am Sziliczer-Plateau sehr häufig. Manche von ihnen haben besonders große Ausdehnung.“

„Solche Dolinen, welche noch heute dem Wasser den Ablauf in die Höhlenräume gestatten, ohne jedoch größere Oeffnungen zu zeigen, kommen am häufigsten vor. Zu diesen gehören: die Baradlavölgy, Magyorósvölgy, Sortöbör, Gállyatöbör, und Andere.“

„Eine zweite Art der Dolinen zeigt größere oder kleinere Oeffnungen, meist mit Gebüschen verwachsene Felsklüfte, welche oft die zuströmenden Wassermassen nicht

rasch genug ableiten können. Aeltere Schriftsteller[1]) sprachen sogar von Wirbel, welche dadurch entstehen und unachtsamen Menschen gefährlich werden können. Das Volk nennt diese Stellen „Ravaszlyuk" (falsche Löcher). Zu jenen Dolinen, welche dem Wasser nicht mehr den Abfluß gestatten, gehörten der „Vörös-tö" (rother See), welcher früher wahrscheinlich mit dem „Aranyút" (Goldstraße) genannten Seitenarme der Höhle in Verbindung stand.

Es sind im Vorstehenden allerlei Lehrmeinungen angeführt, die sich mitunter arg widersprechen. Viele von den irrigen Ansichten, sind längst widerlegt, tauchen aber doch hin und wieder nochmals auf. Darum soll in den nachfolgenden Capiteln versucht werden, sie nochmals durch neuere Thatsachen zu widerlegen, die erst in jüngster Zeit bekannt geworden sind. Diese Thatsachen werden zugleich auch Beweise für die Richtigkeit von gewissen Theorien bilden, die im Vorstehenden bereits angeführt erscheinen. Auf diese allein sollen alle weiteren Ausführungen sich stützen und es ist vielleicht nicht ganz überflüssig dies zu betonen, um nicht den Schein zu erwecken, als ob der Verfasser dieses Buches die hier absichtlich vorangestellten längst erkannten Wahrheiten als sein eigenes geistiges Eigenthum auszugeben Willens sei.

[1]) Baß, Schmidl u. A.

III. Capitel.

Systematik.

Es wurde schon wiederholt versucht, die sämmtlichen Höhlenarten in ein System zu bringen, es blieben jedoch stets einige davon übrig, die sich nicht einreihen ließen, was immerhin sein Mißliches hat und beweist, daß das System nicht richtig war. Es soll daher eine neue Gruppirung versucht werden, in welcher alle Höhlen, gleichviel welcher Form und welcher Entstehungsart, Platz finden können.

Wenn man die sämmtlichen Höhlen gruppiren will, so bleibt keine andere Eintheilungsart, als jene in:

1. ursprüngliche Höhlen
2. später gebildete natürliche Höhlen
3. künstliche Höhlen.

Diese drei Hauptgruppen zerfallen dann wieder in Unterabtheilungen, bei denen auf die Form oder Entstehungsart Rücksicht genommen werden kann. Die Gesteinsart, in denen die Höhlen vorkommen, ist dabei nicht maßgebend, denn es gibt ganz gleich geformte und auf gleiche Weise entstandene Höhlen in Gesteinen von verschiedenem geologischen Alter, wie man später sehen wird. Die Namen Kalkhöhlen, Gipshöhlen, Lavahöhlen, Basalthöhlen haben nur als nähere Bezeichnungen einen Werth, die Systematik bedarf ihrer nicht. Auch der Inhalt der Höhlen ist für die Eintheilung nicht von Belang, denn es kann Knochenhöhlen sowohl in eruptiven, als auch in sedimentären Gesteinen geben und ebenso Eishöhlen, Windhöhlen, Guanohöhlen u. dgl. Nur für die Unterabtheilungen kann 1. die Entstehungsart oder 2. die Form herangezogen werden. In ersterer Hinsicht kann man unterscheiden zwischen Erdbebenklüften, Spaltenhöhlen, Erosionshöhlen, Corrosionshöhlen, Ueberdeckungshöhlen und Bergsturzhöhlen; in letzterer zwischen: Schachthöhlen (wozu auch die Klippenbrunnen gehören), Tunnel- oder horizontalen Höhlen, den zwischen diesen beiden liegenden schrägen und Etagenhöhlen und den Halbhöhlen oder Nischenhöhlen. Man kann aus dieser noch lange nicht vollständigen Liste von Bezeichnungen die geistreichsten Gruppirungen vornehmen, die einfachste ist aber stets die beste, denn das Künsteln kann nur die Uebersichtlichkeit beeinträchtigen.

Hält man also an der vorgeschlagenen Dreitheilung fest, so würden sich folgende drei große Gruppen ergeben:

1. Ursprüngliche Höhlen, d. h. alle jene, welche sich mit dem Gebirge zugleich gebildet haben, in dem sie vorkommen. Darunter gehören:

a) in den krystallinischen Gesteinen: alle Blasenräume, unter denen die berühmten Krystallkeller die bekanntesten sind, ferner die meisten Lavahöhlen und alle Blasenräume in vulkanischen Gesteinen, daher in gewissem Sinne auch die nachträglich ausgefüllten kleinen Hohlräume, welche man als Mandelsteine bezeichnet.

b) in den klastischen Gesteinen: die horizontalen Riffhöhlen und die Klippenbrunnen. In Sedimentgesteinen dürften sich schon wegen ihrer Bildungsart kaum ursprüngliche, sondern nur später gebildete Höhlen nachweisen lassen, jedoch können gewisse Spaltenhöhlen, welche durch den Austrocknungsproceß der Sedimentsteine entstanden und später erweitert worden sind, füglich als Uebergänge von den ursprünglichen Höhlen zu den später gebildeten betrachtet werden.

2. Später gebildete Höhlen. Diese Gruppe umfaßt sowohl die größte Anzahl, als auch die zahlreichsten Gattungen von Höhlen in Bezug auf ihre Entstehungsart. In letzterer Hinsicht sind besonders drei Arten bei der Höhlenbildung thätig gewesen, u. zw.:

a) die Spaltenbildung durch Bruch,
b) die Erosion und Corrosion,
c) die Ueberdeckung.

In die Unterabtheilung a) gehören die Erdbebenklüfte, sowie etwa durch den jetzt so beliebten horizontalen Gebirgsschub entstandene Bruchspalten; die aber wahrscheinlich zumeist mit ersteren identisch sein dürften. Weiters: Klüfte, welche durch Senkungen von Theilen eines Berges in Folge von Unterwaschung entstanden sind, deren Zahl aber nicht sehr groß ist.

Den größten Antheil an der Höhlenbildung hat b) die Erosion und Corrosion. Sie wirkte sowohl in senkrechter Richtung als auch in horizontaler und bildete in ersterer Hinsicht Schacht- oder Schlundhöhlen und in letzterer horizontale oder Tunnelhöhlen. Die schrägen und die Etagenhöhlen stehen zwischen beiden und können je nach ihrem mehr senkrechten oder mehr horizontalen Verlaufe, bald zu der einen, bald zur anderen Kategorie gezählt werden. Weiters ist zu beachten, daß die Erosion sowohl mechanisch als chemisch (Corrosion) wirken kann und daß jede dieser beiden Formen unverkennbare Spuren zurückläßt. Häufig wirken sie beide zusammen. Dagegen sind reine Corrosionshöhlen sehr selten. Eine Unterscheidung zwischen Wasserschlingern (Schlundhöhlen, Flußschwinden, Ponoren Katabothren) und Wasserspeiern (Riesenquellen, Kephalarien, Speihöhlen) wurde wiederholt gemacht, es werden jedoch mit diesen Ausdrücken keine besonderen Höhlenarten, sondern nur der Anfang oder das Ende einer Wasserhöhle bezeichnet. Außer den bereits erwähnten Höhlenarten dürften ferner auch fast alle Halbhöhlen zu den Erosionshöhlen zu zählen sein. Hierzu können auch jene Halbhöhlen gezählt werden, die durch wirbelndes Wasser oder durch Wirbelwinde erodirt wurden.

c) Die Ueberdeckung kann Höhlenräume sowohl durch Ueberdeckung von bestehenden Spalten, Klüften, Klammen &c. erzeugen, indem abstürzende Felsplatten oder Blöcke über denselben liegen bleiben oder aber durch das ungemein rasche Wachsthum von Quellentuffbildungen. Auch durch vulkanische Eruptionen können Ueberdeckungshöhlen in einzelnen seltenen Fällen erzeugt werden; dann greifen sie aber in die Classe der ursprünglichen Höhlen über. In die Kategorie der Ueberdeckungshöhlen gehören auch jene zumeist kleinen Höhlen, die sich zwischen den Felsblöcken der Bergstürze befinden und die häufig abnorme Temperatur besitzen. Mit ihnen verwandt, aber eigentlich zumeist nicht mehr zu den Höhlen zu zählen, sind Windlöcher, Windröhren und Eisansammlungen in lockerem Schutte.

3. Die künstlichen Höhlen sind nicht minder mannigfaltig, als die natürlichen. Zu ihnen gehören alle sogenannten Erdställe, die fast ausschließlich im Löß und Lehm gegraben sind, deren Anzahl weit beträchtlicher sein dürfte, als man glaubt.

Die meisten davon sind in Niederösterreich und in Bayern entdeckt worden. Auch die künstlich erweiterten Höhlen können in diese Classe einbezogen werden, ebenso alle Bergwerke, alle bergmännisch abgebauten Steinbrüche und alle für Cultus-, Begräbniß- oder Vertheidigungszwecke eingerichteten künstlichen oder umgegestalteten natürlichen Höhlen.

Gegen die vorstehende Classificirung könnte mit Recht eingewendet werden, daß auch sie nicht unanfechtbar ist, weil sie keine scharfen Grenzen zwischen den einzelnen Höhlentypen zieht. Dieser Vorwurf kann aber jeder Eintheilung gemacht werden, weil es solche Grenzen in der Natur nicht gibt und weil überall Uebergänge existiren, welche eine scharfe Abgrenzung unmöglich machen Die Natur wiederholt sich nicht in ihren Gebilden und auch die scheinbar ähnlichsten Dinge sind einander nicht vollkommen gleich. Das Gleiche ist auch bei den Höhlen der Fall. Jede Höhle hat ihre Eigenthümlichkeiten in Bezug auf Form oder Inhalt, und diese unendliche Mannigfaltigkeit ist vielleicht die Ursache, daß die Höhlenforschung so viel Anziehendes für Jene hat, die sie mit Ernst betreiben.

IV. Capitel.

I. Classe: Ursprüngliche Höhlen.

A. In krystallinischen Gesteinen.

Im krystallinischen Gebirge nimmt man an, daß sich ursprüngliche Höhlen in jenen Felsarten befinden, welche seinerzeit in feurig-flüssigem Zustande dem Erdinnern entquollen sind, also in Graniten, granitischen Gneißen, Porphyren, Basalten und ähnlichen plutonischen Gesteinen. Diese Höhlen sind Blasenräume, zumeist von geringer Ausdehnung, die auch wegen der Entstehungsart dieser Gesteine nur in geringer Menge vorkommen können, und die in den seltensten Fällen zugänglich, d. h. durch Zufall erschlossen werden. In diesen Räumen sammelt sich zumeist mit Kieselsäure gesättigtes Infiltrationswasser, und kleidet dieselben mit den wunderbarsten Krystallen aus. Wird durch Gletschererosion, Bergsturz, oder irgend eine andere Ursache eine solche Blase blosgelegt, so zeigt sich eines der schönsten Naturwunder, welches aber selten lange unberührt bestehen bleibt, weil der große Handelswerth der Krystalle Anreiz genug zu ihrer Ausbeutung gibt. Die richtige Bezeichnung für derlei Räume ist „Krystallkeller“; in der Schweiz, wo sie am häufigsten vorkommen, heißen sie Strahlenlöcher, weil man die Bergkrystalle Strahlen nennt. Die Leute, welche sich mit dem Sammeln und dem Handel von Bergkrystallen beschäftigen, nennt man daher auch Strahler.

Selten trifft man jedoch die wirkliche Blasenform, sondern zumeist die Kluftform [1]) an, wie bei dem berühmten Gange im Zinkenstocke, dessen Länge 40 Meter, dessen Breite 6 Meter betrug, und der eine enorme Ausbeute geliefert hat. Der Zinkenstock soll übrigens noch viele derartige Krystallkeller enthalten. Der vorerwähnte Krystallkeller wurde schon im Jahre 1720 aufgefunden, ein zweiter, ebenfalls sehr berühmt gewordener, wurde 1757 entdeckt. Aus ihm stammen die schönsten Exemplare der Museen; das größte Stück soll 700 Kilogramm gewogen haben. Zwei der größten Krystalle aus diesem Keller befinden sich im Musée d'histoire naturelle in Paris. Auch der berühmte Rauchtopas im naturhistorischen Hofmuseum in Wien stammt aus einem Schweizer Krystallkeller nächst dem Tiefengletscher [2]).

Der kostbare Inhalt solcher Krystallkeller bringt es mit sich, daß ihre Entdecker, so lange es angeht, den Ort möglichst geheim halten, um fremde Concurrenten davon abzuhalten. Daß im Rauristhale vor etwa 15 Jahren ein mit ziemlich großen Krystallen ausgekleideter Raum aufgefunden worden sei, ist bekannt, da Stücke von 2

---

[1]) Zur Vermeidung von Mißverständnissen muß hier bemerkt werden, daß die kluftförmigen Krystallkeller auch in wirklichen Klüften (Bruchspalten u. dgl.) vorkommen können. Zu den reinen ursprünglichen Höhlen dürfen aber nur die mit dem Gesteine zugleich gebildeten Blasenräume gezählt werden.

[2]) Die „Gartenlaube“ vom Jahre 1869, S. 734, enthält die Beschreibung einer am Tiefengletscher in der Schweiz entdeckten Höhle mit reicher Auskleidung von schönen Bergkrystallen, leider ohne Abbildung.

bis 5 Kilogramm und drusig zusammengewachsene Krystalle von 50 Kilogramm und darüber seitdem durch den sogenannten Karteiserwirth in großer Menge in den Handel gebracht wurden. Den Ort, wo sich der Krystallkeller befindet, hielt der Entdecker bis zu seinem Tode geheim, und es gelang nicht, ihm sein Geheimniß abzulauschen. Nur so viel verrieth der Mann, daß die Stücke aus einem kleinen, höhlenartigen Raume stammen, der nur in der Centralgneißzone liegen kann, weil sich sonst kein der Bildung von Bergkrystallen günstiges Gestein in der Gegend befindet.

Was die Krystallkeller (deren es auch sehr unansehnliche gibt) im Großen sind, das sind im Kleinen die Blasenräume in Eruptivgesteinen, die oft mit den wunderbarsten Krystallen ausgekleidet, ja oft ganz ausgefüllt sind. Die bekanntesten und wohl auch die schönsten darunter sind die in keiner größeren Mineraliensammlung fehlenden Achatmandeln oder Mandelsteine von Theiß bei Klausen in Tirol. Nach Richthofen wird hier ein Tuffconglomerat des Quarzporphyrs vielfach von sich durchkreuzenden schmalen Melaphyr- und Augitporphyr-Gängen und derlei Gangtrümmern durchsetzt. Derart erscheint das Gestein an dem Fundorte ähnlich einer Breccie: es hat eine tiefgehende Zersetzung erlitten. Spalten in demselben, sowie Blasenräume im Augitporphyr wurden mit Auslaugungsproducten des Nebengesteines an den Wänden bekleidet. Zumeist bildete Quarz den ersten Absatz. Einzelne Mandeln erreichen die Länge von 30—40 Centimeter und enthalten: Quarz, Chalcedon, Achat, Amethyst, Carneol, nebst verschiedenartigen Begleitmineralien, wie: Apophyllit, Calcit, Chabasit, Comptonit, Datolith, Desmin, Fluorit, Harmotom, Laumontit, Prehnit und Stilbit [1]). So interessant diese kleinen Blasenräume auch sein mögen, so kann man sie eigentlich nicht unter jene Höhlungen rechnen, die hier behandelt werden sollen. Sie geben aber doch einen Begriff über die Vorgänge bei der Auskleidung auch größerer Hohlräume, und darum durften sie nicht ganz übergangen werden [2]).

Die Lavahöhlen sind dagegen echte Höhlen, die sich zwar nicht so recht mit dem Gesteine selbst gebildet haben, sondern dadurch entstanden sind, daß auf einer stärker geneigten Berglehne das flüssige Magma auf der Oberfläche durch Abkühlung erhärtet ist und stehen blieb, während es im Innern noch flüssig blieb, und dem Gesetze der Schwere folgend weiter zu Thal floß, wodurch nothwendigerweise ein Hohlraum entstehen mußte, dessen Längsachse in der Stromrichtung lag. Derlei Höhlen bleiben oft durch lange Zeit unzugänglich, und man ahnt ihre Existenz nur durch den dumpfen Ton, den der Boden beim Betreten des Ortes hören läßt, unter dem der Gang liegt. Wird durch irgend ein Ereigniß (Abbruch am Ende oder Einbruch im Verlaufe der Höhle) ein Eingang frei, so zeigt es sich, daß die Höhle zumeist nur einen einzigen Gang bildet, der nur in dem Falle eine Gabelung zeigt, wenn der Lavastrom durch irgend ein Hinderniß gespalten wurde. Fast jeder Vulkan hat derartige Höhlen; die größten befinden sich auf der Insel Island.

Zwei bedeutende Lavahöhlen sind auch aus Amerika bekannt. Deckert führt sie in seinem Verzeichnisse der nordamerikanischen Höhlen an (Globus 1888, Nr. 14),

---

1) Nach: Zepharovich, „Mineralogisches Lexikon für das Kaiserthum Oesterreich". Wien, 1859 und 1873.

2) Als solche Beispiele können auch die Natrolithe betrachtet werden, die in Blasenräumen der Basalte vorkommen, und die von Quenstedt erwähnten Quarzkrystalle in den Hohlräumen von Zweischalern in der Schwäbischen Alb. Alle diese Auskleidungen wurden auf nassem Wege erzeugt und zwar auf die gleiche Art, wie dies in größeren Hohlräumen geschieht.

Pluto's Cave liegt im Thale des Elk River unweit des Mount Shasta in Kalifornien, die Höhle von Taxco liegt im Staate Guerrero in Mexico.

Es ist jedoch nicht ausgeschlossen, daß sich in Laven und anderen vulkanischen Gesteinen auch Erosionshöhlen bilden können, weil alle diese Gesteine beim Erkalten an Volumen verlieren und daher zahlreiche Spalten oder Absonderungsklüfte enthalten. Daubrée führt (Bd. I', S. 99) als Beispiel die Quelle von Royat im Puy du Dôme an, die aus einer Lavahöhle entspringt. Aehnliche Wasserläufe, welche aus den Enden von Lavagängen hervorbrechen, führt Daubrée auch S. 302 an, und zwar solche von Lancerotte und Teneriffa auf den Kanarischen Inseln und auf Island (letztere nach Dr. Eugen Robert's: „Voyage en Islande"). Weiters führt auch das erst 1894 in Berlin erschienene Werk von Dr. Adolf Markuse: „Die Hawaischen Inseln" mehrere Lavahöhlen an, von denen zwei Süßwasseransammlungen enthalten [1]). Von diesen Wasserbassins ist eines stets rein und klar, während die Oberfläche des anderen von einem unlöslichen weißen Staube bedeckt ist, der nur schwindet, wenn der Wind durch die Höhlenmündung hereinweht. Die unweit davon in den massiven Lavaschichten am Absturze des Hina-Berges liegende dritte Höhle, welche die „trockene Höhle" genannt wird, soll die bedeutendste sein. Ihre Mündung ist 39 Meter breit und 6 Meter hoch; ihre Längenerstreckung wird auf 80 Meter angegeben. Die Eingebornen meiden diese Höhle, wegen der Sagen, die von ihr existiren. Ueber die Hawaischen Lavahöhlen berichtet auch William Ellis („Reise durch Hawai", Hamburg 1827) S. 20, und führt ihre Entstehung auf fließende Lavaströme zurück. S. 21 beschreibt er die Höhle Raniaka, deren Länge er auf 1200 Fuß angibt. Das Wasserbassin am Ende enthält Seewasser und communicirt mit dem Meere. Die Höhle verengt sich stellenweise sehr, hat aber an anderen Stellen bis 25 Fuß Höhe und 20 Fuß Breite.

Die Basalthöhlen dürften kaum zu den ursprünglichen Höhlen zu rechnen sein; sie werden daher erst später unter den Strandhöhlen (Halbhöhlen) behandelt werden. Nur die Bildung einer Basalthöhle, auf welche man erst vor Kurzem aufmerksam wurde, läßt sich vorläufig noch nicht anders erklären, als durch die Annahme, daß ihr Innenraum ursprünglich ein Blasenraum gewesen sein müsse, der freilich im Verlaufe der Zeit stark verändert worden ist. Diese Höhle war schon 1770 einmal wissenschaftlich untersucht worden, kam aber dann wieder in Vergessenheit. Martel, der bekannte französische Höhlenforscher, wiederholte die Untersuchung im Juni 1892 und fand, daß sie sich hauptsächlich durch drei Eigenschaften auszeichne, und zwar 1. durch ihre Schachtform, die bei Basalthöhlen bisher noch nicht bekannt war, 2. durch das Vorkommen irrespirabler Gase (Kohlensäure) am Grunde, und 3. durch abnorm niedrige Temperaturen. Der Schlund, durch welchen man in die Höhle gelangt, ist wohl durch successiven Abbruch der Decke, und ebenso ist der Trichter oberhalb des 4 Meter weiten Schlundes durch Abböschung nachträglich entstanden. Dessenungeachtet ist es schwer, die Entstehung des über 50 Meter weiten Innenraumes zu erklären, wenn man nicht die Hypothese zu Hilfe nimmt, daß derselbe ursprünglich eine Gasblase gewesen sei. Das Auftreten der Kohlensäure ist im Basaltgebirge nicht überraschend. Ob die Gasschichte, welche das 3 Meter tiefe Wasserbecken am Grunde 5 Meter hoch bedeckt, aus Spalten in die Höhle gelangt, oder aus dem Wasser

[1]) „....trotz der Nähe des Meeres", sagt Dr. Markuse. Diese beiden Höhlen scheinen also in tiefem Niveau zu liegen.

steigt, konnte nicht constatirt werden. Die Temperatur, welche am Tage + 10·5° C. betrug, sank constant bis auf + 1° C. am Wasserspiegel, und das Wasser selbst zeigte nur eine Wärme von + 1·5° C. [1]). Abnorm niedrige Temperaturen in lockerem Basaltgesteine sind wiederholt bekannt gemacht worden [2]), in anstehendem Basalte jedoch ist es der erste Fall, daß man (notabene in solcher Tiefe) auf abnorm niedrige Temperaturen gestoßen ist.

Es wurde bereits darauf hingewiesen, daß sich auch in Basalten ebensogut wie in Laven Erosionshöhlen bilden können. Die Absonderungsklüfte der Basalte, welche von namhaften Geologen ebenso wie die Klüfte und Risse in den Lavagängen der Volumenverminderung bei der Abkühlung zugeschrieben werden, begünstigen ja sehr die Infiltration. Die Grottes de Pranal (Puy du Dôme) sind aber nicht durch infiltrirtes Wasser erodirt, sondern sie sind Uferhöhlen, die von der Sioule gebildet worden sind (nach Elie de Beaumont), und sind daher Halbhöhlen (Nischenhöhlen) von geringer Tiefe.

In vulkanischen Tuffen kommen vereinzelt Höhlen vor. Die Entstehung der bekannten Zwergenlöcher zwischen Karlsbad und Gießhübel in Böhmen wird sowohl von Hochstetter [3]) wie von Reuß [4]) dadurch erklärt, daß Baumstämme im Basalttuff eingeschlossen worden seien, welche nach dem Zerfalle erodirt wurden, als die Höhle im Gehänge angeschnitten worden ist. Die Höhlen besitzen nicht umsonst ihren Namen. Sie sind von so minimalen Dimensionen, daß nur in die größte derselben ein Mann zu gelangen und sich in ihr aufzustellen vermag. Diese hat eine unregelmäßige Form, die in der That an jene eines Wurzelstockes erinnert; strenge genommen gehören daher die Zwerglöcher unter die Ueberdeckungshöhlen.

Eine Höhle im vulkanischen Tuff ist auch aus der Eifelgegend bekannt. Sie liegt im Brohlthale, dürfte aber möglicherweise auch nicht zu den ursprünglichen Höhlen zu zählen sein, weil die Eifelgegend sehr reich an Säuerlingen ist, die als Steigquellen aus dem tiefen Erdinnern zu Tage kommen, und weil eine genauere Untersuchung nicht vorliegt. Derlei Höhlen werden im späteren Capitel der „Corrosionshöhlen" nochmals erwähnt werden, sie mußten aber, schon des Hinweises wegen, hier angeführt werden.

Den ursprünglichen Höhlen weit näher stehen die sogenannten Blaslöcher (Dampflöcher) der Vulkane. Sie reichen als unregelmäßig geformte Röhren, die mit erweiterten Mundlöchern beginnen, in schräger bis senkrechter Richtung in den Berg bis in größere Tiefen, wo sie sich so weit verengen, daß sie nicht einmal mehr schliefbar sind. Eine Anzahl solcher Höhlen im ausgebrannten Vulkane Elgon in Centralafrika (nächst dem Victoria-Nyanza) wird unter den bewohnten Höhlen im betreffenden Capitel ausführlicher erwähnt werden.

---

[1]) Näheres über den Creux-de-Souci in den Zeitschriften „La Nature" 1892, S. 166, — Petermann's „Mittheilungen" 1892, Heft Nr. 19, — „Der Stein der Weisen" 1892, Heft 21.

[2]) A. Pleischel, Ueber das Eis im Sommer zwischen den Basalttrümmern bei Kamaik in Böhmen; in Poggendorff's „Annalen" 1841, S. 218 u. 292, — „Abhandlungen der königl. böhmischen Gesellschaft der Wissenschaften", Prag 1838, — „Neues Jahrbuch für Mineralogie" 1844, S. 240. Die älteste Nachricht dürfte enthalten sein in: Sommer, „Das Königreich Böhmen" 2c., Prag 1733 (nach: Fugger's „Eishöhlen und Windröhren"; siehe das Capitel „Eishöhlen").

[3]) Ferdinand v. Hochstetter, „Karlsbad, seine geognostischen Verhältnisse und seine Quellen". Karlsbad 1856, S. 62. Auch ist hier eine auf die Zwergenlöcher bezügliche Sage angefügt.

[4]) A. E. Reuß, „Geognostische Skizze der Umgebung von Karlsbad, Marienbad und Franzensbad". Prag 1863, S. 55.

B. In klastischen Gesteinen.

Kürzer abgethan ist das Capitel der ursprünglichen Höhlen in den klastischen Gesteinen, nachdem sich dieselben auf Riffhöhlen beschränken, von denen es sowohl verticale (Klippenbrunnen) als horizontale gibt. Die Entstehung derselben wird von den Einen dem ungleichen Wachsthume der Korallen, von anderen örtlichen Zerstörungen von Korallencolonien zugeschrieben. Die Ergründung der richtigen Ansicht ist Sache der Zoologen, und es wäre zu wünschen, daß sich dieselben mehr mit dieser Frage beschäftigten, als es bisher geschehen ist. Darwin [1]) erwähnt, daß Korallenriffe bei Port Francés und bei Port Maçeio an der Küste von Brasilien voll von großen, unregelmäßigen, mit dem Meere communicirenden Höhlen seien. Auch von Bruchspalten spricht er (S. 97), deren Entstehung er Niveauänderungen (Hebungen oder Senkungen) zuschreibt. Derlei Spalten können später wieder überbaut und zu kluftartigen Höhlen werden, wenn das Riff über das Meeresniveau emporgehoben wird. Daß örtliche Zerstörungen einzelner Korallencolonien vorkommen, darüber liegen zahlreiche Beobachtungen vor. Einzelne Fischarten (wie Scarus) leben vorzüglich vom Abweiden der Polypenstöcke. Auch die Holothurien sind große Feinde der Korallenthiere.

Das Innere eines Korallenriffes bildet die Lagune, deren Grund ebenfalls Korallenthiere enthält, jedoch andere Arten als die der Brandung ausgesetzte Seite, auf welcher die kräftigeren und durch den Kampf um's Dasein widerstandsfähiger gewordenen Arten leben. Der Grund der Lagune wird aber nicht nur von den Korallenthierchen aufgebaut, sondern auch von den Schalen verschiedenartiger absterbender Thiere, von losgelösten Partikelchen von Korallensand und von den kalkigen Excrementen der von den Schalthieren, Polypen &c. lebenden anderen Thiere. In feuchtem Zustande gleicht der Lagunenschlamm einer echten Kreide; in trockenem Zustande schrumpft er ein und zerfällt entweder in feinen Sand, oder er wird rissig, und ein solches Materiale ist ganz geeignet, nach dem Erhärten der Infiltration den Zugang zu eröffnen. Dieses Rissigwerden kommt bei jüngeren Kalken sehr häufig vor und insbesondere bei den dolomitischen. Dies mag auch die Ursache sein, daß Dolomite und dolomitische Kalke besonders für Höhlenbildung geneigt sind, während die dichteren und minder klüftigen, nicht dolomitischen, triadischen, marmorartigen Kalke weder so zahlreiche, noch so bedeutende Höhlen aufzuweisen haben, als jene der Kreide- und der Juraformation. Der von den Geologen bezüglich seiner Zugehörigkeit noch viel umstrittene Dachsteinkalk, den Hauer in die Rhätische Formation einreiht, frühere Geologen aber noch der obersten Trias zuzählten, ist ebenfalls sehr höhlenreich, nicht minder auch der weit ältere Devonkalk, in dem sich die bedeutendsten Höhlen von England und die großen mährischen Höhlen befinden. Alle diese Höhlen gehören zwar in die Classe der Erosionshöhlen, sie verdanken aber sicher der schon ursprünglichen Klüftigkeit der Gesteine ihre Entstehung. Diese Klüftigkeit ist ein so wesentliches Erforderniß, daß man behaupten kann, daß ohne sie in dichtem Kalksteine eine Höhlenbildung undenkbar ist, wie man es an der verhältnißmäßigen Geringfügigkeit der durch reine oberirdische Erosion (ohne Infiltration) erzeugten Auswaschungen (Riesentöpfe, Karenfelder &c.) nachweisen kann.

[1]) Ch. Darwin's gesammelte Werke, übersetzt von J. Victor Carus. Stuttgart 1876, S. 57.

V. Capitel.

II. Classe: Später gebildete Höhlen.

A. Erodirte Klüfte und Spaltenhöhlen.

Wie am Schlusse des vorigen Capitels schon bemerkt wurde, sind die Spalten, welche durch Volumenverminderung beim Austrocknungsprocesse submarin oder sublacuster gebildeter Gesteine, oder durch Bruch, oder sonstwie entstehen, wie Professor Fraas es schon betonte (siehe S. 20), die Hauptursache, daß die Infiltration tief in das Innere der Gebirge dringen kann. Dies genügt jedoch nicht, um eine subterrane Erosion zu erzeugen, sondern das infiltrirte Atmosphärwasser muß auch circuliren können. Ist dies nicht der Fall, so muß es die gelösten Mineralien in Krystallform absetzen und die Spalten successive verschließen. Die Kalkspathadern und auch die härteren Quarzgänge mögen auf solche Weise (auf nassem Wege) entstanden sein. Wo das Wasser circuliren kann, werden dagegen die Klüfte erweitert. Die Menge der im Infiltrationswasser durch mechanische oder chemische Erosion von den Kluftwänden abgelösten festen Bestandtheile ist jedoch nicht gleich, denn die Lösungskraft des Wassers hängt hauptsächlich von seinem Gehalte an Kohlensäure ab. Nach Szombathy[1]) enthält das anscheinend sehr reine Wasser des Kaiserbrunnens, welcher den wesentlichsten Theil des Wassers für die Wiener Hochquellenleitung liefert, in 10.000 Theilen Wasser 1·385 Theile gelöster fester Bestandtheile, jenes der ebenfalls in den Aquäduct eingeleiteten Stixensteinerquelle 2·452, wodurch also die Klüfte, in denen das Wasser circulirt, wesentlich erweitert werden mußten. Szombathy berechnet hieraus, daß durch die beiden Quellen dem Gebirge jährlich 4,262.000 Kilogramm fester Bestandtheile entführt werden, die einen Raum von 1570 Kubikmeter einnehmen würden. Auf diese Weise können mit der Zeit enge Klüfte in Höhlen umgewandelt werden. Die Kluftbildung muß aber der Höhlenbildung stets vorangehen.

Um die Menge der Kohlensäure zu erforschen, welche das die Erosion begünstigende Infiltrationswasser enthält, sind schon wiederholt Untersuchungen angestellt worden. Fruhwirth's Aufsatz (siehe Einleitung) enthält eine kurze Zusammenstellung einiger diesbezüglicher Untersuchungen. In 10.000 Theilen Wasser fand:

Fugger in Schneewasser	62·6	Theile Kohlensäure
Mulder in Wasser, welches durch Gartenerde durchtrat	203·6	" "
Wolff in Drainwasser aus Wiesenland	437·22	" "
Wolff in Drainwasser aus Feldboden	503·31	" "
Fugger in Brunnenwasser am 21. Februar	432·14	" "
Fugger in Brunnenwasser am 12. März	681·26	" "

*) Die Höhlen und ihre Erforschung. Ein Vortrag, gehalten im Vereine zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse in Wien, am 14. März 1883, Wien 1883 im Selbstverlage des Vereines.

Den Kohlensäuregehalt der Luft fand Saussure im Mittel aller Jahreszeiten auf Grund dreijähriger Beobachtungen mit 0·000415 Volumtheilen. Es ist also evident, daß viel davon abhängt, wie die Oberfläche des Bodens beschaffen ist, durch welchen das Atmosphärwasser in die Gesteinsklüfte gelangt, und dieses ist nicht nur maßgebend für die Ausfüllung oder Auskleidung der Spalten, sondern auch für die Bildung der Tropfsteine in den Höhlen und den Absatz von Mineralien auf nassem Wege überhaupt. Auch die Intensität des Druckes der angesammelten Wassersäule muß schon aus mechanischen Gründen die Erosionskraft vermehren, weil sie die durchfeuchtete Angriffsfläche vermehren hilft und Wasser in Ritzen und Poren preßt, die sonst nicht angegriffen würden. Nach den von Fruhwirth ebenfalls citirten Versuchen von Arthur Simony vermehrte sich die Lösbarkeit der untersuchten Mineralien bei 40 Atmosphären Druck auf das Doppelte und bei 65 Atmosphären auf das Dreifache. Auch bei erhöhten Temperaturen steigt die Lösbarkeit ungemein rasch, wie man es ja an den bedeutenden Mengen gelöster fester Bestandtheile erkennen kann, welche die heißen Quellen enthalten und die sich sofort in Form von Sinter absetzen, sobald das Wasser seine hohe Temperatur nach dem Austritte aus der Quelle verliert. Die Verhältnisse können, wie man sieht, ungemein complicirt sein und es spielt daher auch die Form der Klüfte eine wesentliche Rolle, weil von ihr die Druckhöhe der Wassersäule abhängt und weil bei großen Tiefen die Erdwärme die Temperatur des infiltrirten Wassers erhöhen hilft. Ob eine Spalte offen bleibt, ob sie erweitert wird, oder ob sie durch Krystallabsatz ausgefüllt wird, hängt daher von allerlei Umständen ab.

Klüfte gibt es vielerlei in unserer Erdrinde. Die moderne Geologie schreibt die Entstehung der bedeutenderen Bruchspalten größtentheils dem horizontalen Gebirgsschube zu, welcher durch die Contraction der festen Erdrinde entsteht, was einen feurigflüssigen (plastischen) Erdkern zur Voraussetzung hätte. Diese Klüfte sind ein Resultat von Pressungen, und die Verschiebungen machen sich durch Erschütterungen bemerkbar, welche man tectonische Erdbeben, zum Unterschiede von den vulkanischen und den Einsturzbeben nennt[1]). Man kann also diese Art von Klüften füglich unter die Erdbebenklüfte rechnen[2]), weil sowohl ihre Bildung, als ihre Erweiterung, oder die Verschiebungen der Kluftwände stets von Erbeben begleitet sind. Einige davon mögen schon bei ihrer Entstehung so weit klaffen, daß man sie als Spaltenhöhlen bezeichnen darf. Ein Beispiel dieser Art ist die am 16. October 1819 in Folge eines Erdbebens entstandene Kluft im Schloßberge von Mittersill im Pinzgaue (Salzburg)[3]), deren Mündung im Schloßhofe derzeit durch große Steinplatten überdeckt ist. Aus der Erweiterung der senkrechten Klüfte können richtige Spaltenhöhlen entstehen. Großartige Bruch- und Verwerfungsspalten gibt es in vielen Gebirgen. Im Haushalte der Natur haben sie eine große Wichtigkeit, weil in ihnen die Wassercirculation vorzugsweise stattfindet. Seit man dies erkannt hat, ist die Auffuchung von Quellen in

---

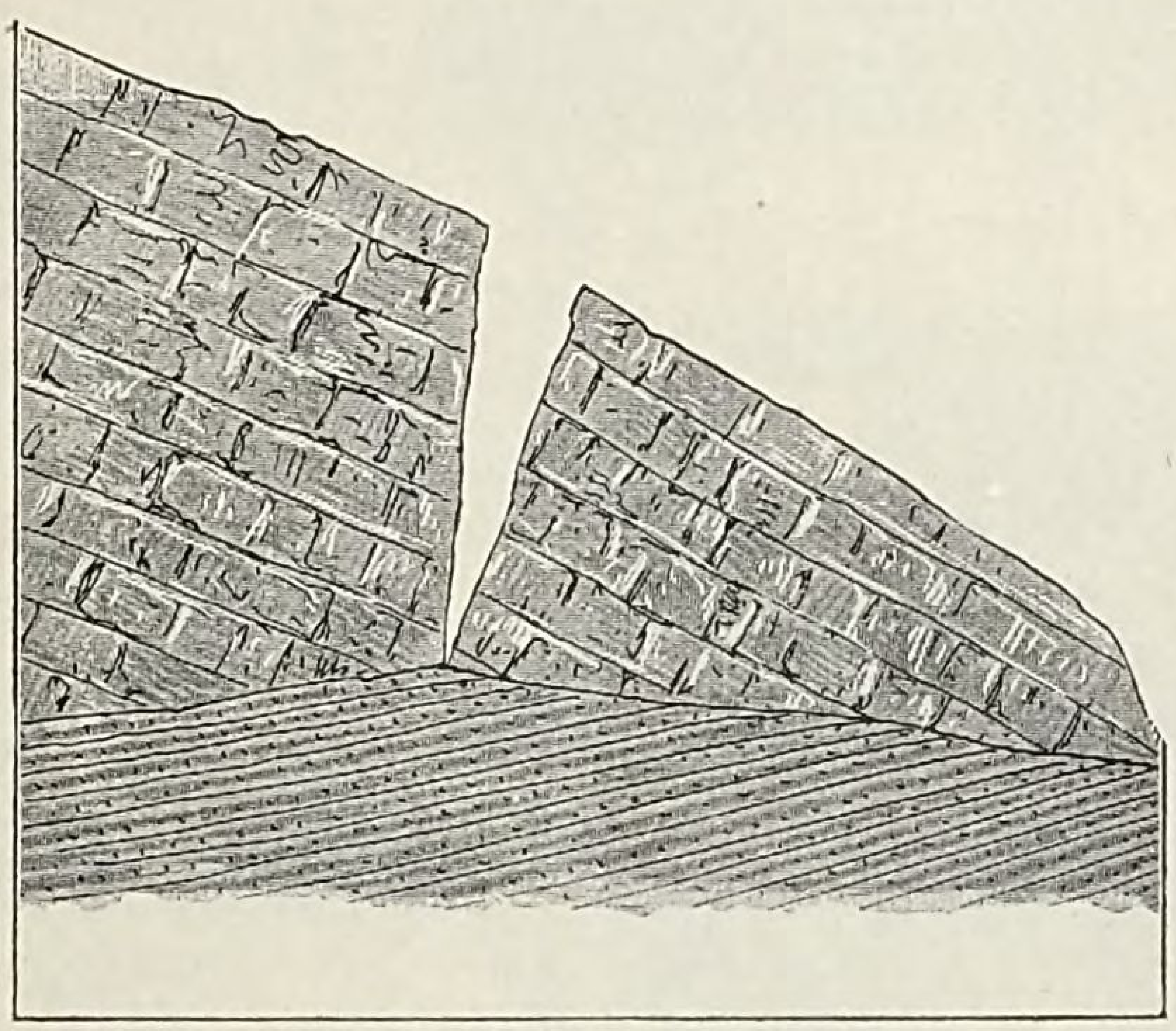
1) R. Hoernes: „Erdbebenstudien“. „Jahrbuch der k. k. geologischen Reichsanstalt“, 28. Bd., Wien 1878. — Toula: Ueber den gegenwärtigen Stand der Erdbebenfrage, in den „Schriften des Vereines zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse“, Wien 1881, gebraucht hierfür die Bezeichnung „Dislocationsbeben“, die Hoernes auch in seinem späteren Werke „Erdbebenkunde“, Leipzig 1893, acceptirt.

2) Außer den Bruchspalten gibt es noch vielerlei andere Spalten, die je nach ihrer Größe oder Entstehung eigene Bezeichnungen besitzen (Haarspalten, Schichtungsklüfte &c.).

3) Nach Schaubach: „Die Deutschen Alpen“, III. Bd., Jena 1846, S. 29.

wasserarmen Gegenden wesentlich erleichtert worden. Die künstlich erschlossene Quelle, welche zur Wasserversorgung von Abbazia herangezogen wurde, liegt am Ende einer Bruchspalte, die sich durch eine deutliche Verwerfung im nahen Steinbruche verräth[1]). Durch Erschließung von solchen wasserführenden Spalten, wird man in Zukunft bedeutende Wasserschätze nutzbar machen können, die sich heute in unbekannte Tiefen verlieren. Es müssen zu diesem Zwecke aber die Geologen mit den Technikern Hand in Hand gehen.

Eine eigenthümliche Art von Spaltenhöhlen entsteht dadurch, daß eine leichter erodirbare weiche Gesteinsschichte, welche unter einer härteren liegt, durch Wasser aufgelöst und fortgeschwemmt wird. Das seiner Unterlage theilweise beraubte, consistente „Hangende" bricht dann ab und sinkt nach der Tiefe. Klafft die Bruchspalte nach oben, so bildet sie einen langgestreckten engen Schlund. Ein Beispiel dieser Art ist die sogenannte Windlegerhöhle (Windlehenhöhle oder Windlöcherhöhle) bei Gmunden. Sie entstand durch Auswaschung der mergeligen Schichten im Liegenden (Zlambach Schichten?). Ihre Breite beträgt oben über einen Meter und sie keilt sich eine unzu-



Nach oben klaffende Spaltenhöhle.

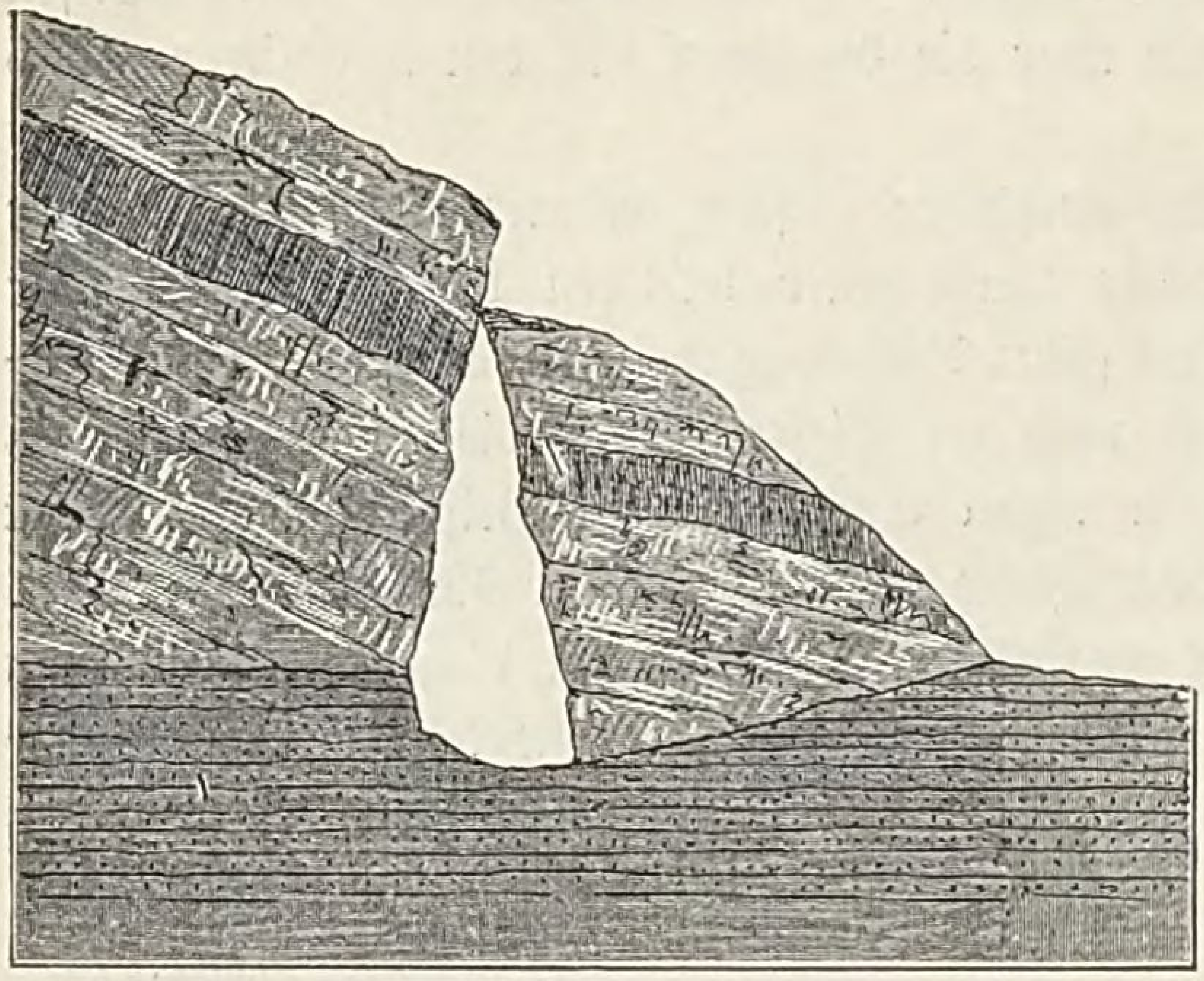
gängliche Spalte aus. Durch Einschwemmung ist sie von der Ostseite her zugänglich geworden, während die Westseite durch Nachrutschen von Felsstücken überdeckt ist. Derartige Klufthöhlen sind übrigens sehr selten. Wenn deren nur so wenige bekannt sind, so rührt dies vielleicht davon her, daß die meisten davon sofort nach ihrer Entstehung durch Nachfall verschüttet worden sind.[2])

Es kann aber auch der umgekehrte Fall vorkommen, daß Spalten oben geschlossen und unten weiter sind. Befinden sich derlei Spalten am Rande von Gebirgen,

[1]) Nachdem die Quellspalte unter das Meeresniveau hinabreicht, so wird bei stärkerer Inanspruchnahme mitunter auch Seewasser mitgepumpt. Aus diesem Grunde wird derzeit an der Zuleitung von Gebirgswasser gearbeitet, welches in vortrefflicher Qualität unterhalb des Gipfelstockes des Monte Maggiore aufgefunden worden ist, und mit natürlichem Gefälle nach Abbazia geleitet werden kann.

[2]) Die von Prugger beschriebenen Naturklüfte im Hoch-Obir (Kärnten) sind keine Kluft- oder Spaltenhöhlen, wie dies aus dem in der österreichischen Touristen-Zeitung (Wien 1882, II. Bd., S. 269) veröffentlichten Aufsatze mit Grundriß und Durchschnitt, hervorgeht. Der Name ist nur eine bergmännische Bezeichnung für Hohlräume (Geklüfte).

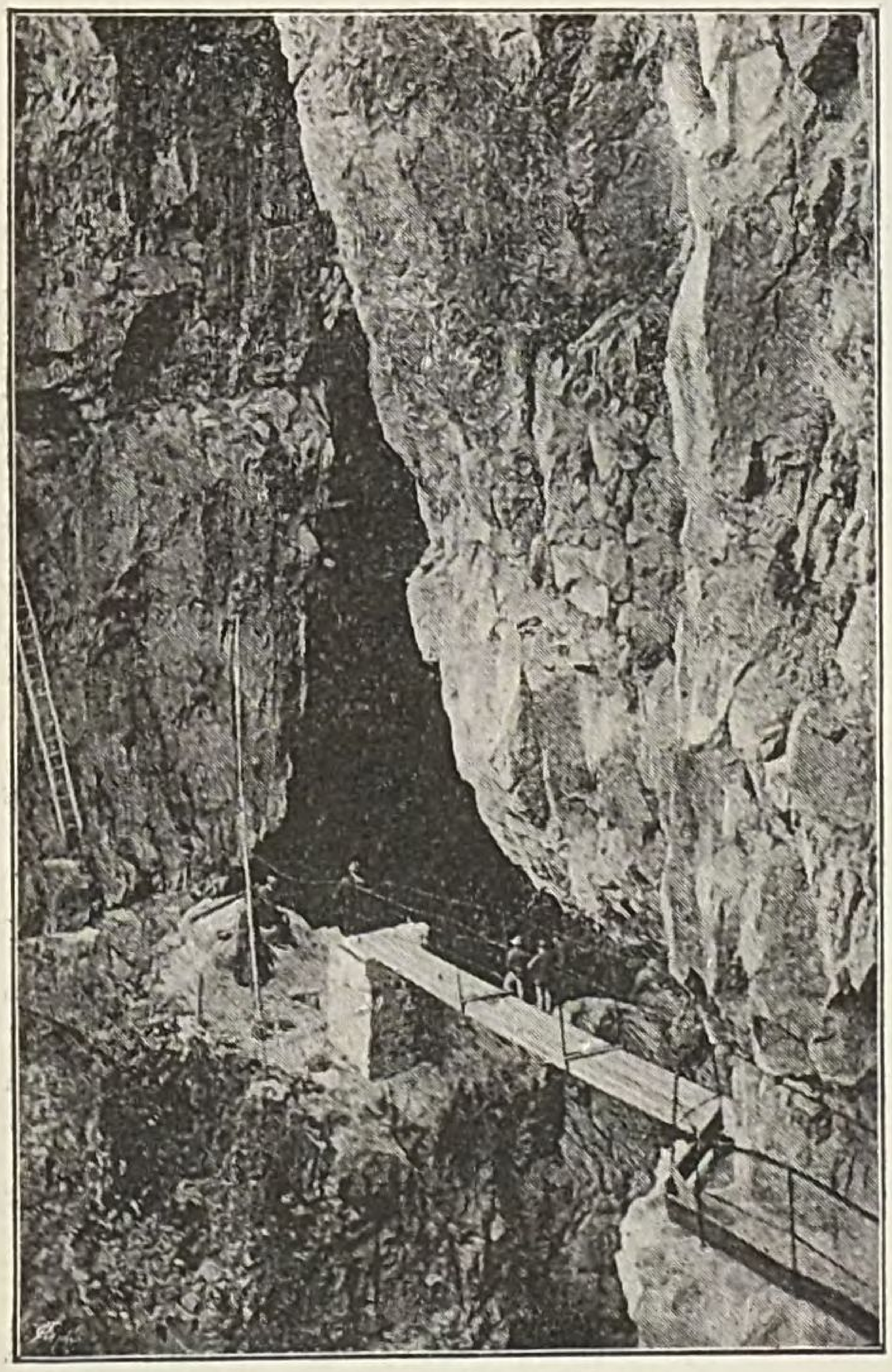
so sind sie häufig zugänglich. Die meisten der bestehenden derartigen Klufthöhlen dürften jedoch geschlossen sein. Bei Bohrungen in Württemberg hat man Klüfte angebohrt, in welche die Bohrer plötzlich 20 Meter und darüber einsanken, wie Quenstedt berichtet.



Nach oben geschlossene Spaltenhöhle

Schöne Untersuchungen über Kluftbildungen hat A. Daubrée in seinem Werke „Les eaux souterraines à l'époque actuelle" (Paris 1887) veröffentlicht, aus denen ersichtlich ist, welch' bedeutenden Einfluß die Kluftbildung auf die Höhlenbildung und auf die Wassercirculation ausübt.

Daß aus ursprünglich engen Klüften durch Erosion mit der Zeit auch klammartige enge Thalschluchten entstehen können, braucht wohl nicht nachgewiesen zu werden. Beispiele hierfür gibt es in genügender Menge, obwohl die Entstehungsart nicht mehr überall deutlich erkennbar ist.

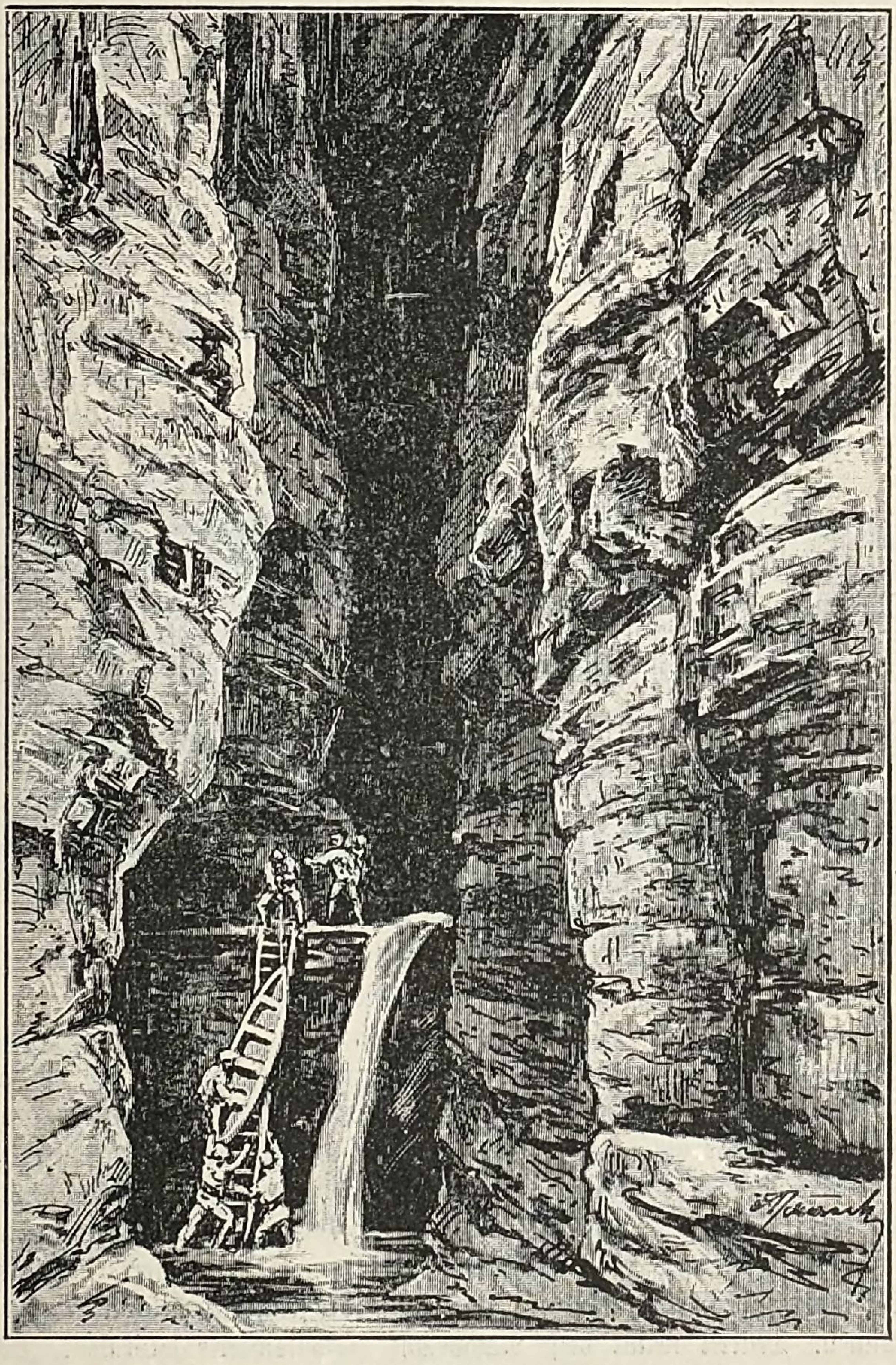


Ausgang der Marhorcic-Grotte.

Klüfte gibt es sowohl senkrechte, welche die Gesteinsschichten durchsetzen, als auch mehr oder minder horizontale, welche ihnen folgen. Aus beiden Arten können durch Erweiterung Kluft- oder Spaltenhöhlen entstehen und es ist stets leicht zu erkennen, aus welcher Art die Höhle gebildet wurde. Höhlen, die aus Bruchspalten entstanden sind, welche das Gestein ohne Rücksicht auf die Schichtung durchsetzten, sind zumeist senkrecht, sehr hoch und verhältnißmäßig schmal. Ihr klammartiger Charakter verleiht ihnen ein eigenthümliches Gepräge. Bramabiau (in Frankreich) und die Rekahöhlen von St. Canzian (Karst) sind unzweifelhaft aus senkrechten Klüften entstanden. Hätte die Erosion nicht sofort Angriffspunkte in sehr tiefen Horizonten gefunden, so hätte sich dort ebenso gut eine offene Erosionsschlucht (Klamm) bilden können.

Höhlen von auffallend schrägem Querschnitte sind dagegen zumeist aus solchen Klüften entstanden, welche der Schichtung folgen. Derlei Absonderungsklüfte zwischen den Schichten begünstigen, bei nur einigermaßen aus der Horizontale fallender Lagerung, die Wassercirculation oft ebenso gut wie die senkrechten Bruchspalten.

Die vortrefflichen photographischen Aufnahmen von Professor Dr. Max Müller in Braunschweig, welche in dem Werke über die Hermannshöhle bei Rübeland reproducirt sind, zeigen deutlich, daß auch aus den Absonderungsklüften Höhlen entstehen können, welche in ihrem absonderlichen schrägen Querschnitte der Schichtenstellung



Wasserfall in der Durchflußhöhle des Bouheurflußes nach Martel.

folgen. Eine ähnliche, nur wenig bekannte Höhle mit schrägem Querschnitte, der durch die Schichtenstellung bedingt wird, ist die kleine Haberleithberghöhle bei Ischl in Oberösterreich. Derlei Höhlen gibt es viele, die beiden Beispiele dürften aber genügen. Bezüglich der Hermannshöhle bei Rübeland muß jedoch hinzugefügt werden, daß nach Untersuchungen von Professor Kloos hier eine Complication vorzuliegen scheint, weil

sich Spuren nachweisen ließen, daß die ursprüngliche Höhle (Pferdestall) eine gewölbte Decke besaß und daß die schräge, der Schichtenstellung folgende Form erst später durch Nachbruch entstanden sei. Die erste Ursache, daß das Wasser Angriffspunkte fand, waren aber jedenfalls die präexistirenden Absonderungsklüfte zwischen den Schichtenlagen.

Wirkliche Klufthöhlen in solchen Klüften, welche durch Zerreißung des Gebirges entstanden sind, beschreibt Professor Quenstedt. Das Glemser-Höllenloch ist eine Spalte, die in eine Höhle ausläuft. Auch die Gönningers-Höhle dürfte in diese Kategorie zu zählen sein. Von der 8 Meter breiten und 20 Meter hohen Höhle, welche das Große Haus genannt wird, sagt Quenstedt nur, daß sie einer oben bedeckten Kluft gleiche. Diese württembergischen Höhlen verdanken senkrechten Klüften, die sich an die Schichtenstellung nicht kehrten, ihre Entstehung. Für die Wassercirculation sind die senkrechten ebenso wichtig wie die schrägen Schichtungsklüfte.

Die Wasserversorgung von Maunitz (bei Rakek am Karste) gelang nur durch die Beobachtung, daß die Schichten des Trias-Dolomites in gleichmäßigen Streifen unter die Kreidekalke ziehen, und daß man daher darauf rechnen konnte, in einer bestimmten Tiefe jenes Wasser antreffen zu können, welches im höheren Niveau versank[1]). Bei senkrechten Bruchspalten ist es minder sicher, das in ihnen circulirende Wasser anfahren zu können, weil derartige Brüche sich mitunter bis in große Tiefen fortsetzen, was bei Klüften, welche sich in der Nähe des Meeres befinden, zur Folge hat, daß man in ihnen fast stets nur brakisches Wasser antrifft.[2])

Eine bestimmte Grenze, wann eine Kluft den Namen Klufthöhle verdient, ist selbstverständlich nicht anzugeben. Höchstens könnte man sagen, daß man letztere Bezeichnung dann anwenden darf, wenn die Kluft zum Mindesten schliefbar geworden ist. Aus Klüften entstandene Höhlen besitzen übrigens mitunter auch weitere Räume, die aber bald wieder in Engen übergehen. Durch fortschreitende Erosionswirkung verlieren die Klufthöhlen ihren Charakter und gehen in die Tunnelform über. Auch aus der engsten Spalte kann mit der Zeit eine Höhle entstehen, wenn nur die Bedingungen hierfür vorhanden sind. Diese sind:

1. die Möglichkeit der Wassercirculation;
2. die Lösungskraft des Infiltrationswassers, und
3. die leichte Löslichkeit des Gesteines.

Welcher Ursache die Entstehung der Kluft zuzuschreiben ist, das ist in diesem Falle ganz gleichgiltig. Mit Hilfe der Klüfte werden dichte Gesteine permeabel und die Infiltration dringt bis in tiefe Horizonte vor, wo sie bei Vorhandensein der vorerwähnten Bedingungen erodirend und demzufolge höhlenbildend wirken kann.

Bei sehr steil einfallenden Schichten kommt übrigens häufig eine Complication von Erosionserscheinungen mit Einsturzerscheinungen vor. Letztere sind aber nur secundärer Natur, denn erst muß ein Hohlraum da sein, in welchen Nachbrüche erfolgen können. Martel nennt diese Nachbrüche „éboulements latérals". Die Form der auf diese Weise entstandenen Hohlräume gleicht sehr jener der Klufthöhlen, welche durch Erosion (Erweiterung von Schichtungsklüften) entstanden sind, ihre Entstehungsweise ist jedoch an den scharfkantigen Bruchstellen an der Decke leicht zu erkennen.

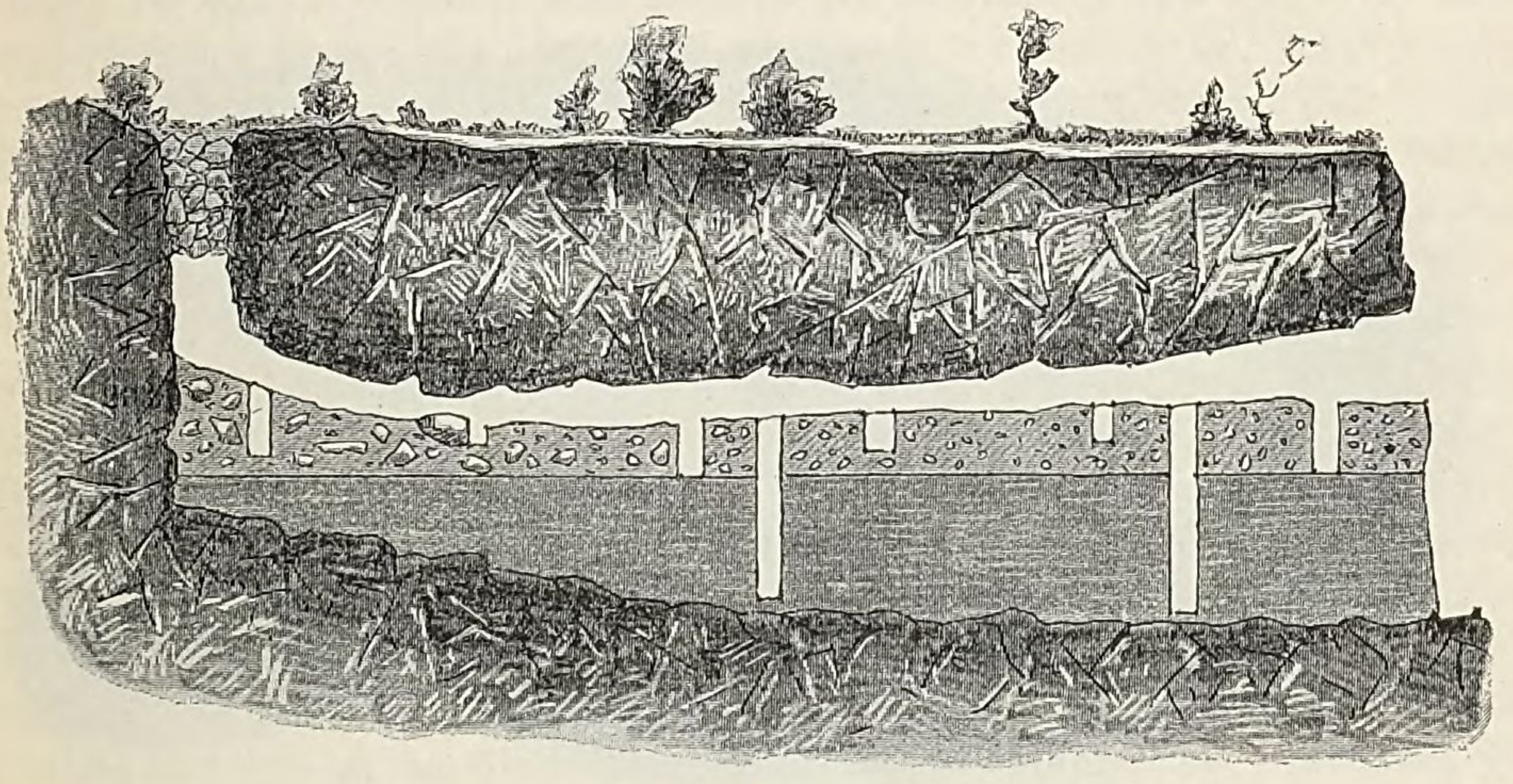
[1]) Die Auffindung der Wasserader ist ein Verdienst des k. k. Forstinspections-Adjuncten Wilhelm Putick.

[2]) Diesbezüglich siehe die Durchschnitte von Strandquellen in dem Aufsatze: „Die Meermühlen von Argostoli" in der Zeitschrift „Der Stein der Weisen", Wien 1892, Heft 22, S. 301 ff.

Der „Pferdestall" bei Rübeland ist ein vortreffliches Beispiel einer durch eine Schichtungskluft entstandenen und später durch Nachbruch erhöhten Höhle. Ganz ohne jede Complication vollzieht sich die Höhlenbildung überhaupt nie. Dies sei für Jene bemerkt, welche der Meinung sind, man könne ein bestimmtes Schema aufstellen, nach welchem sich die Bildung von Höhlen einer bestimmten Form vollzieht. Daher mögen manche irrige Theorien stammen, denn nicht eine einzige Ursache allein wirkt bestimmend auf die Form der Höhle, sondern oft eine Reihe von Nebenumständen erzeugt dieselbe, und ebenso können verschiedene Ursachen zur Bildung von sehr ähnlichen Formen beitragen. Von der Form allein auf die Bildungsursache schließen zu wollen, ist daher ein großer Fehler.

B. Erosionshöhlen.

Man unterscheidet zwischen mechanischer und chemischer Erosion. Unter Erosion versteht man im engeren Sinne die mechanische (ausscheuernde) Erweiterung der Höhlen

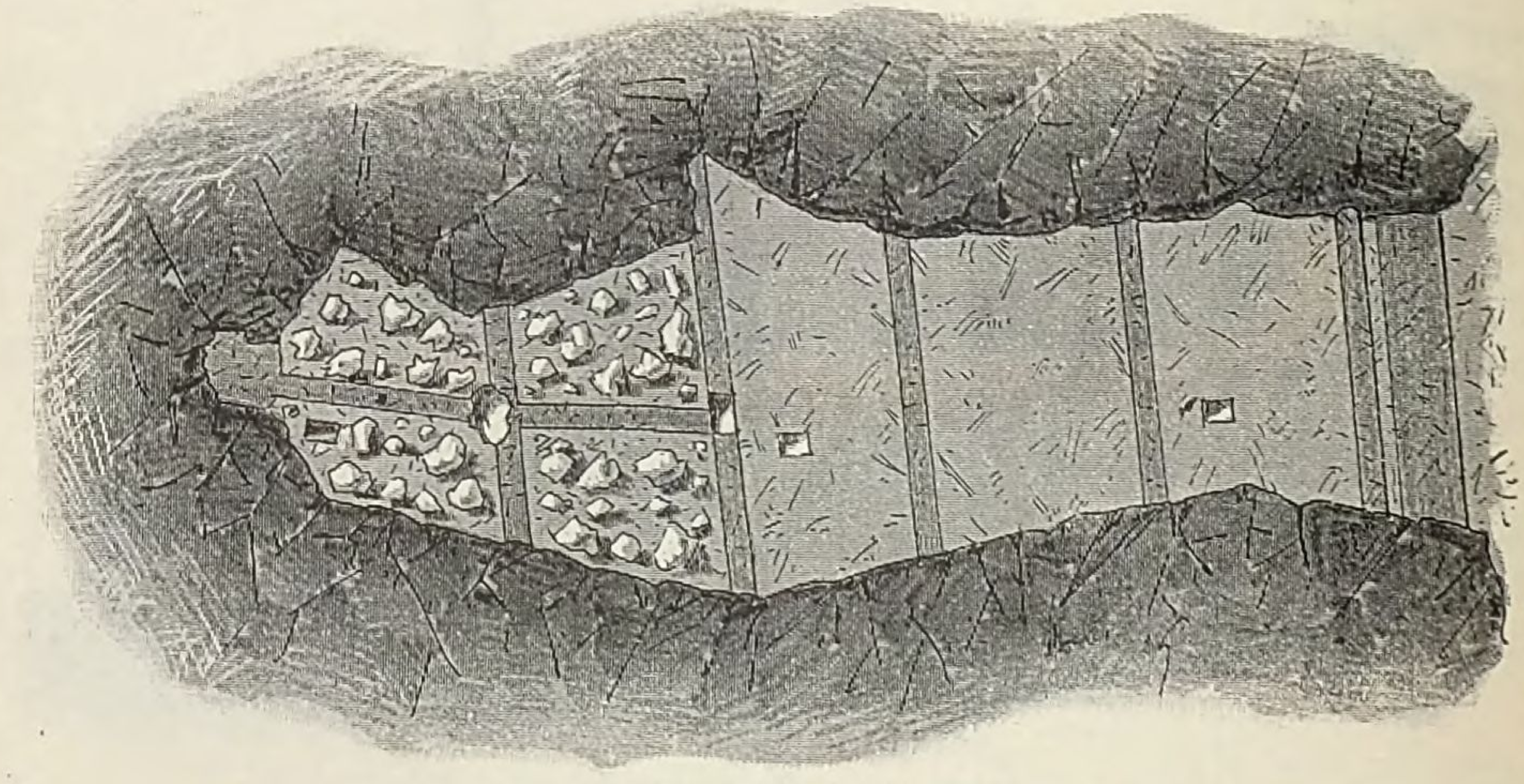


Die Kostelikhöhle (Längsschnitt).

durch Wassergewalt, während man die chemische (auflösende) Wirkung des Wassers Corrosion nennt. Zumeist wirken Erosion und Corrosion zusammen, es kommt aber auch vor, daß die eine oder die andere nur einen ganz untergeordneten Einfluß ausübt und daß entweder der Erosion oder der Corrosion der Hauptantheil an der Höhlenbildung zugeschrieben werden muß. In Wasserhöhlen, welche das Bett eines unterirdischen Flußlaufes bilden, wirkt vorzüglich die mechanische Erosion, in Höhlen, welche durch kohlensäurehaltige Quellen oder durch indifferente Thermen ausgelaugt wurden, tritt die chemische Erosion (Corrosion) in den Vordergrund. Bei den Thermen ist dies ganz natürlich, weil schon eine Wassertemperatur von + 100° C die auflösende Kraft des Wassers verdoppelt und aus großen Tiefen unter Druck hervordringende überhitzte Wässer eine noch weit größere Lösungskraft besitzen. Auch kalte Wässer corrodiren, wenn sie durch längere Zeit stagniren und auf die Wände wirken können, wie man dies aus dem Zustande der Wände von Wasserhöhlen erkennen kann, die einen ungenügenden Abfluß haben und die sich daher zeitweise mit Wasser füllen, welches nur langsam abzufließen vermag. Die Lösungskraft der kalten Wässer ist aber selbstverständlich geringer, als jene von Wässern mit höheren Temperaturen.

Erosionshöhlen können sowohl einen horizontalen, als schrägen, bis zu einem senkrechten Verlauf haben. Die senkrechten Schlünde betrachtet Dawkins als den obersten Theil der Höhlen, die — nach ihm — dann in horizontale Höhlen übergehen und an Quellenmündungen enden. Durch successiven Einbruch (Einsturz) rückt — nach seiner Ansicht — die Quellenmündung immer weiter in den Berg zurück. Es entsteht dadurch zuerst eine Schlucht (Klamm), und durch Abböschung der Steilwände dieser letzteren endlich eine Thalrinne, deren Bildung abgeschlossen ist, sobald der vorerwähnte Schlund erreicht wird.

Ohne dadurch die Dawkins'sche Annahme der Entstehung der Schlundlöcher zuzugeben, kann man doch sagen, daß ein ähnlicher Proceß in den Devonkalken Englands, wo Dawkins seine Beobachtungen hauptsächlich gemacht hat, ganz gut denkbar ist. Ziemlich analog vollzieht sich ja auch der Thalbildungsproceß in den mährischen Devonkalken in einzelnen Localitäten [1]). Die Hugohöhlen (unweit von Brünn) sind solche Schlünde, in welche ein Bach stürzt, der erst in der Nähe der Býčiskála-Höhle wieder zu Tage kommt und auch das Ende dieser Höhle mit Stauwasser füllt.



Kostelikhöhle (Grundriß).

Was für England Professor Dawkins that, um die Entstehungsgeschichte der Höhlen zu erforschen, das that auch Dr. Martin Kříž [2]) (k. k. Notar in Steinitz in Mähren) für die Höhlen im mährischen Devonkalke. Letzterer ging aber noch weiter, denn er beschäftigte sich auch eingehend mit der geodätischen Aufnahme der Höhlen, er bestimmte

[1]) Die Kostelikhöhle ist, nach den Aufnahmen von Kříž, eine Höhle, die mit einem senkrechten Schlunde begonnen hat, der aber derzeit im oberen (an den Tag mündenden) Theile ausgefüllt ist. Der Durchmesser des Schlundes beträgt 3 Meter an der Stelle, wo er in die Höhle mündet.

[2]) Ueber die mährischen Höhlen, naturwissenschaftliche Zeitschrift „Živa", Prag 1864, XII. Jahrg., S. 234—249. — „Der verläßliche Führer in die romantischen Gegenden der devonischen Kalkformation in Mähren", Brünn, 1867. — „O některých jeskyních na Moravě a jich podzemních vodách", („Ueber einige Höhlen in Mähren und ihre unterirdischen Gewässer"), Brünn, 1878, ein Büchlein von nur 183 Seiten in 8°, welches Dr. Kříž als sein Fundamentalwerk betrachtet. Eine Uebersetzung existirt davon nicht, wohl aber ist der Inhalt in die späteren Publicationen zum großen Theile übergegangen. Der Anhang enthält 107 Literaturnachweise. — „Summarbericht über die Grabungsarbeiten in den Slouperhöhlen und ihre Resultate", in den „Mittheilungen der Section für Höhlenkunde des Oesterreichischen Touristen-Club", Wien, 1882. (Diese Publicationen haben aufgehört, sind jedoch noch durch die Section für Naturkunde des Oesterreichischen Touristenclub

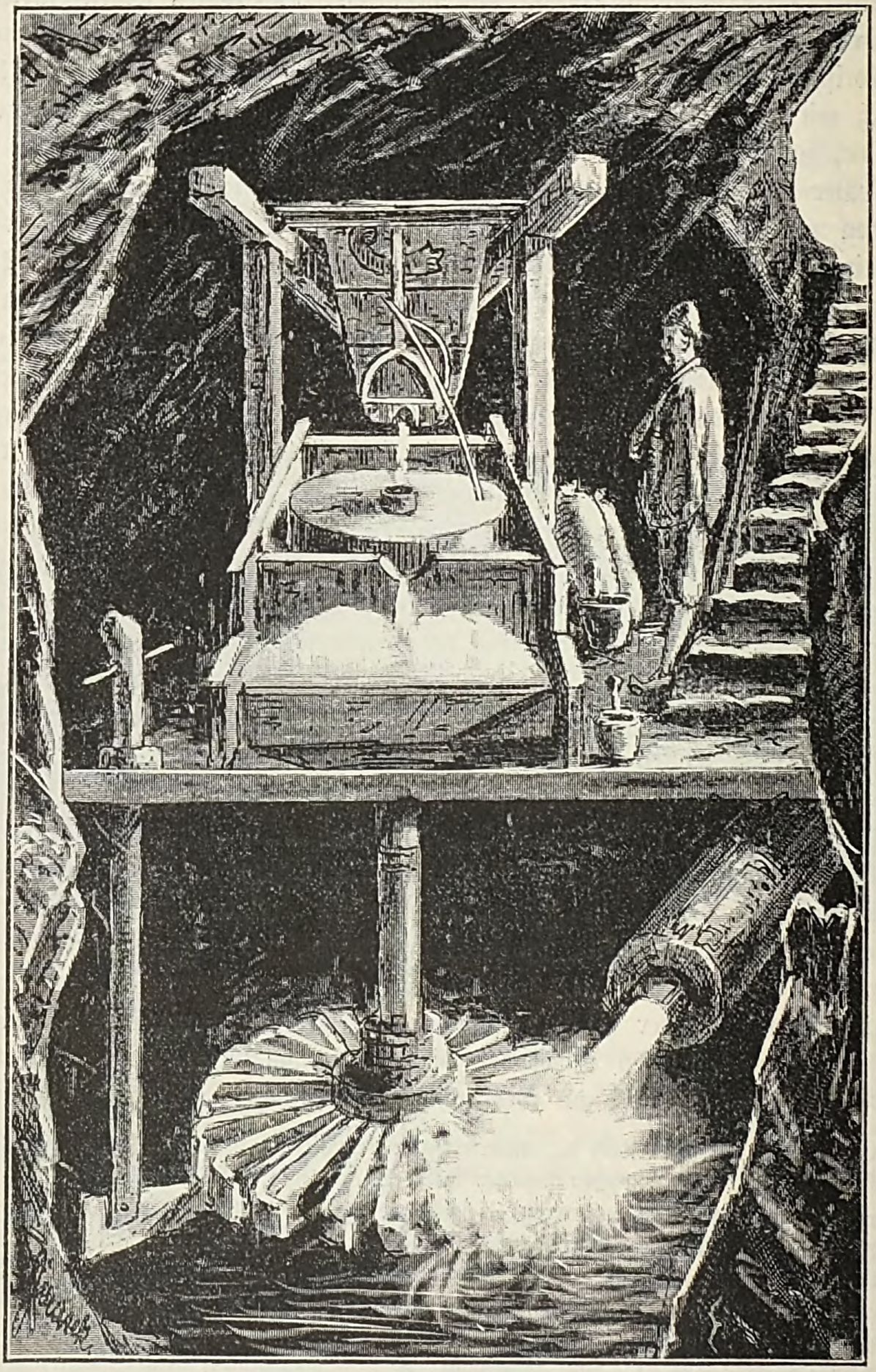
die Gefällsverhältnisse der unterirdischen Wasserläufe, untersuchte das Ausfüllungsmateriale mit Rücksicht auf dessen Provenienz und die Lagerungsverhältnisse desselben insbesondere der knochenführenden Schichten, so daß seine Arbeiten als mustergiltig betrachtet werden können. Nach beiden Forschern sind die Höhlen dadurch entstanden, daß Wasser durch Schlünde einsank und in tieferen Horizonten seinen Ausweg fand, also circuliren konnte! — Nur betrachtet Kříž die Schlünde als erweiterte Klüfte.

Es ist natürlich, daß jene schmalen Spalten, durch welche die Einsickerung begonnen hat, sich mit der Zeit erweiterten und zu Schlünden wurden, die man Erosionsschlünde, zum Unterschiede von den ähnlich geformten Einsturzschlünden nennt, von denen später noch die Rede sein wird. Durch die Schaffung eines genügenden Abzuges entstanden auf der Oberfläche Zuleitungsrinnen zum Naturschachte und die Niederschläge eines gewissen Gebietes suchten ihren Abfluß ausschließlich durch die zu Schlünden erweiterten Spalten, die nun constant oder auch nur periodisch bei stärkeren Niederschlägen als Wasserschlinger (Flußschwinden, Ponore, Katabothren) figurirten. Von der ursprünglichen Vertheilung der Risse und Klüfte im Gesteine hängt daher hauptsächlich die mehr oder minder senkrechte Form der wasserschlingenden Schlote ab, wenn auch zugegeben werden muß, daß durch die Gewalt des einstürzenden Wassers nachträglich Veränderungen hervorgerufen werden können, welche aus anfänglich schrägen Schloten später senkrechte erzeugen können. Die meisten englischen Schlundhöhlen beginnen nach Dawkins mit senkrechten, weiten Abstürzen, die Einsturzschlünden gleichen. Auch die Hugohöhlen (nächst Brünn), sowie die berühmte Foiba bei Pisino (in Istrien) und noch viele andere sind tiefe senkrechte Schlünde, in welche nicht unbedeutende Bäche stürzen. Dagegen gibt es ebensoviele etagenförmige, deren einstige Function als Wasserschlinger selbst dann noch an ihrer Form erkennbar bleibt, wenn sie dadurch längst trocken gelegt wurden, daß die Höhlenwässer einen anderen Lauf nahmen. Derzeit noch wasserschlingende Etagenhöhlen sind beispielsweise die durch den Ingenieur Sidérides) im Jahre 1892 vermessene Schlundhöhle des Sarantapotamos (Kathabothra von Verzova) in Arkadien (Griechenland[1]), der Raschitza-Schlund (Rašica) im Thale von Ponikve in Krain, die Unzschwinden im Thale von Planina (insbesondere jene an der Eibenschusser-Lehne), viele Ponore (slavische Bezeichnung für Katabothren) in Croatien und in den bosnisch-herzegowinischen Ländern, wo das in dieselben stürzende Wasser häufig auf eine höchst primitive, aber sehr sinnreiche Weise zum Betriebe von Mühlen verwendet wird, und noch viele andere. Alte Schlundhöhlen findet man oft hoch am Gebirge, so die großartige Padričgrotte am Karst-

in Wien erhältlich.) — „Der Lauf der unterirdischen Gewässer in den devonischen Kalken Mährens", im „Jahrbuche der k. k. geologischen Reichsanstalt", Wien, 1883, XXXIII. Bd., S. 253—278 und S. 691—711. — Průvodčí do moravských jeskyň", Brünn, 1883. — „Führer in das mährische Höhlengebiet", I. Abtheilung, Steinitz, 1884, Selbstverlag des Verfassers. (Die II. Abtheilung ist nicht erschienen). — „Ueber die zwei Expeditionen in die Punkva", in den „Mittheilungen der Section für Höhlenkunde", Wien, 1884. — „Kůlna a Kostelík", Brünn, 1889—1891. (Geologische, archäologische und ethnographische Studien. 484 Seiten umfassend). — „Die Höhlen in den mährischen Devonkalken und ihre Vorzeit". Im „Jahrbuche der k. k. geologischen Reichsanstalt", Wien, 1891, XLI. Bd., S. 443—570 und XLII. Bd., S. 463—626. — „Ueber die bevorstehende Katastrophe für Jedovnic und dessen Umgebung", in den „Mittheilungen der Section für Naturkunde des österreichischen Touristenclub", Wien, 1893, Nr. 6. — „Ueber die bevorstehende Katastrophe bei Holstein in Mähren", ebenda Nr. 7.

[1]) Ueber die Untersuchungen des Ingenieurs Sidérides siehe: E. A. Martel „Les Katavothres du Peloponèse" in der „Revue de Géographie", Paris 1892, und desselben Verfassers neuestes Werk „Les Abîmes", Paris 1894.

plateau (nördlich von Triest), die in derzeit ganz wasserlosem Gebiete liegt, das Hallerloch am Rußberge nächst Anzenau (Oberösterreichisches Salzkammergut, bei 1500 Meter hoch am Gebirge), welche einst die Wasserabfuhr vom Rußbachgebiete gegen das Traungebiet vermittelt hat, als jener Theil noch ein abgeschlossenes Becken war, u. s. f.



Ponor-Mühle nach Riedel.

Wenn es auch überraschen mag, einstige Schlundhöhlen in so hohen Lagen zu finden, daß man kaum begreifen kann, daß sie einst Wasserströmen Durchlaß boten, so darf man doch nicht vergessen, daß seit ihrer Bildung wesentliche Veränderungen in der Orographie der Umgebung vorgefallen sind. Insbesondere mag dies den großartigen Umwälzungen zuzuschreiben sein, welche nach Ansicht der meisten Geologen

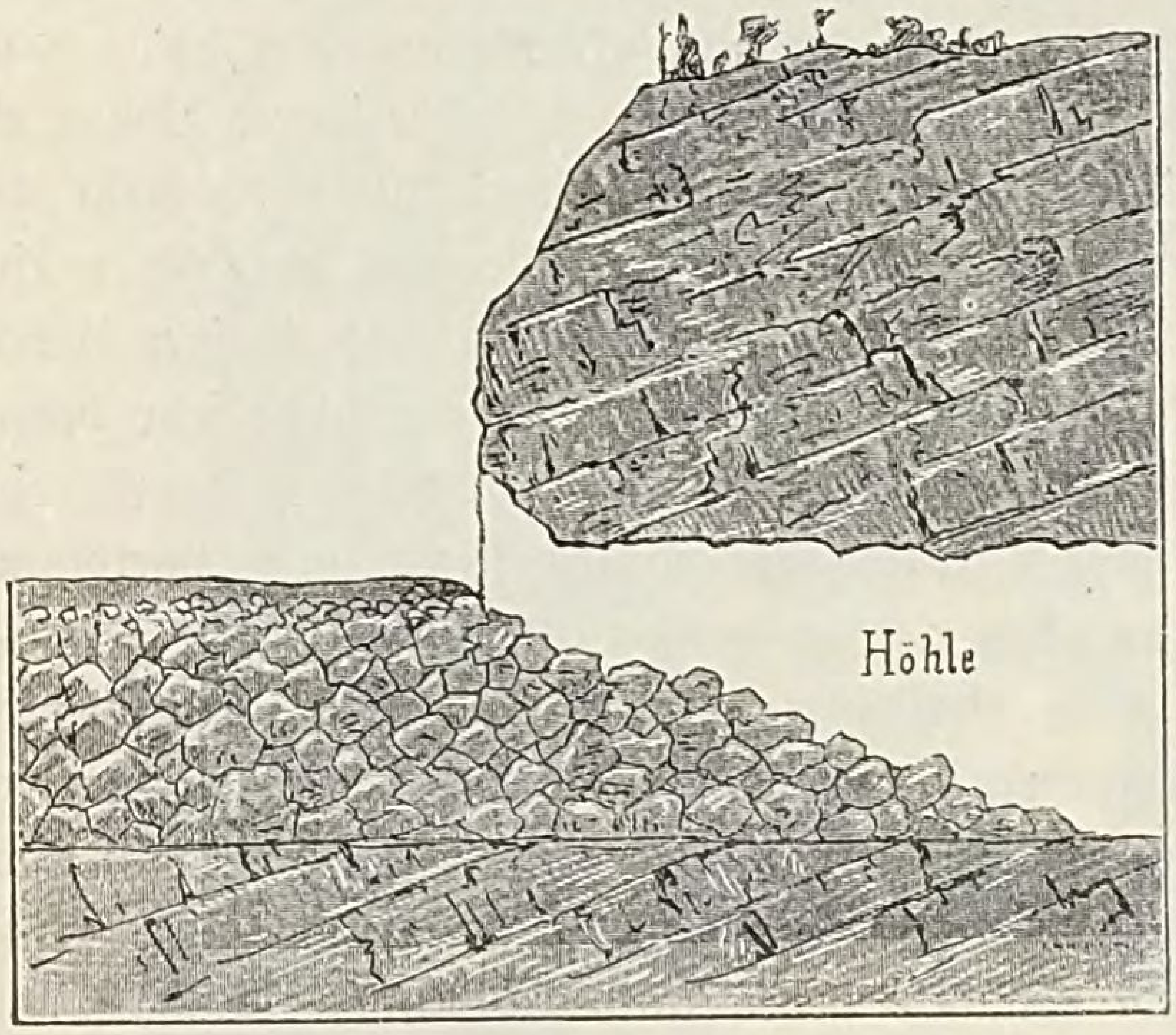
gegen das Ende der Tertiärperiode (Neogenformation) und während der Diluvialzeit erfolgt sind. Durch Wasser, Eis und Erderschütterungen ist ein Theil des Gebirges verschwunden, Thäler haben sich geöffnet, und was heute das Auge des Wanderers erfreut, ist nur mehr ein Rest des einstigen, massigen Plateau-Gebirges, dessen sedimentäre Bildung unmöglich jene kühn geformten Felshörner erzeugt haben kann, die so stolz in die Lüfte ragen. Vom großen Karstplateau, welches sich über den größten Theil von Krain, Istrien, Görz und Croatien erstreckt, ist ein wesentlicher Theil verschwunden. Von der ehedem aufgelagerten Tertiärformation sind nur mehr einzelne Gebiete bedeckt. Auf weite Strecken hin liegt die Kreideformation blos, und nach Stache ist die besonders im Süden des Karst häufiger auftretende Terra Rossa ein Ueberbleibsel einer zerstörten pyritreichen Felsart, die man heute nirgends mehr anstehend findet[1]). Auch andere unerklärbare Ablagerungen, die man in Höhlen eingeschwemmt findet, berechtigen zur Behauptung, daß ein Theil der ehemaligen Ueberdeckung der Kreideformation am Karste verschwunden ist. In der nicht sehr bedeutenden Sguba jama nächst der kleinen Jeržanova dolina bei Adelsberg wurde eine sandige Ablagerung gefunden, die sonst nirgends am ganzen Karst mehr vorkommt. Sie besteht aus einer satinoberartigen Erdart, die reich mit Quarzkörnern gemengt ist, worin auch Bruchstücke von tertiären Versteinerungen, sowie Glimmerblättchen in ziemlicher Menge enthalten sind. Ein Gestein, welches ein solches Zersetzungsproduct liefern könnte, kennt man am Karste nicht, und diese Ablagerung verdiente wohl, daß ihr von Seite der Fachgeologen eine größere Aufmerksamkeit geschenkt werde, weil sie einen Beleg für die erwähnte Ansicht Stache's geben kann. Auch die sandigen Ablagerungen in der Lindner Höhle bei Trebic haben einen von den gewöhnlich in den Karsthöhlen vorkommenden Schwemmproducten abweichenden Charakter.

Wenn nun die sonderbaren Verhältnisse, unter denen man steilabfallende Schlundhöhlen auf derzeit wasserlosen Punkten findet, durch die Annahme erklärt werden können, daß seit ihrer Bildung wesentliche orographische Veränderungen stattfanden, so ist die Bildung der mehr horizontal verlaufenden Schlundhöhlen trotz der verschiedenen Form doch auf eine analoge Weise geschehen. Man findet Uebergänge von den senkrechten bis zu den horizontalen Schlundhöhlen, so daß eine genaue Grenze nicht zu ziehen ist, wo die einen aufhören und die anderen beginnen. G a n z h o r i z o n t a l e Schlundhöhlen gibt es natürlich nicht, denn das fließende Wasser setzt ein gewisses, wenn auch oft nur minimales Gefälle voraus. Das Gefälle der Poikschwinde und jenes der Schwarzbachschwinde im Adelsberger Thale ist sehr gering. Zumeist aber kommt bei Flußschwinden, die am Rande eines Kesselthales liegen, zuerst ein Absturz oder schräger Abfall, und dann erst folgt die horizontale Wasserhöhle. Dieser Abfall ist durch die Art und Weise bedingt, wie sich die Kesselthäler bilden, die nach der neueren Auffassung zum größeren Theile nichts anderes als Einsturzkessel in größerem Maßstabe sind, deren Sohle von anstehendem Gesteine durch das Decken-

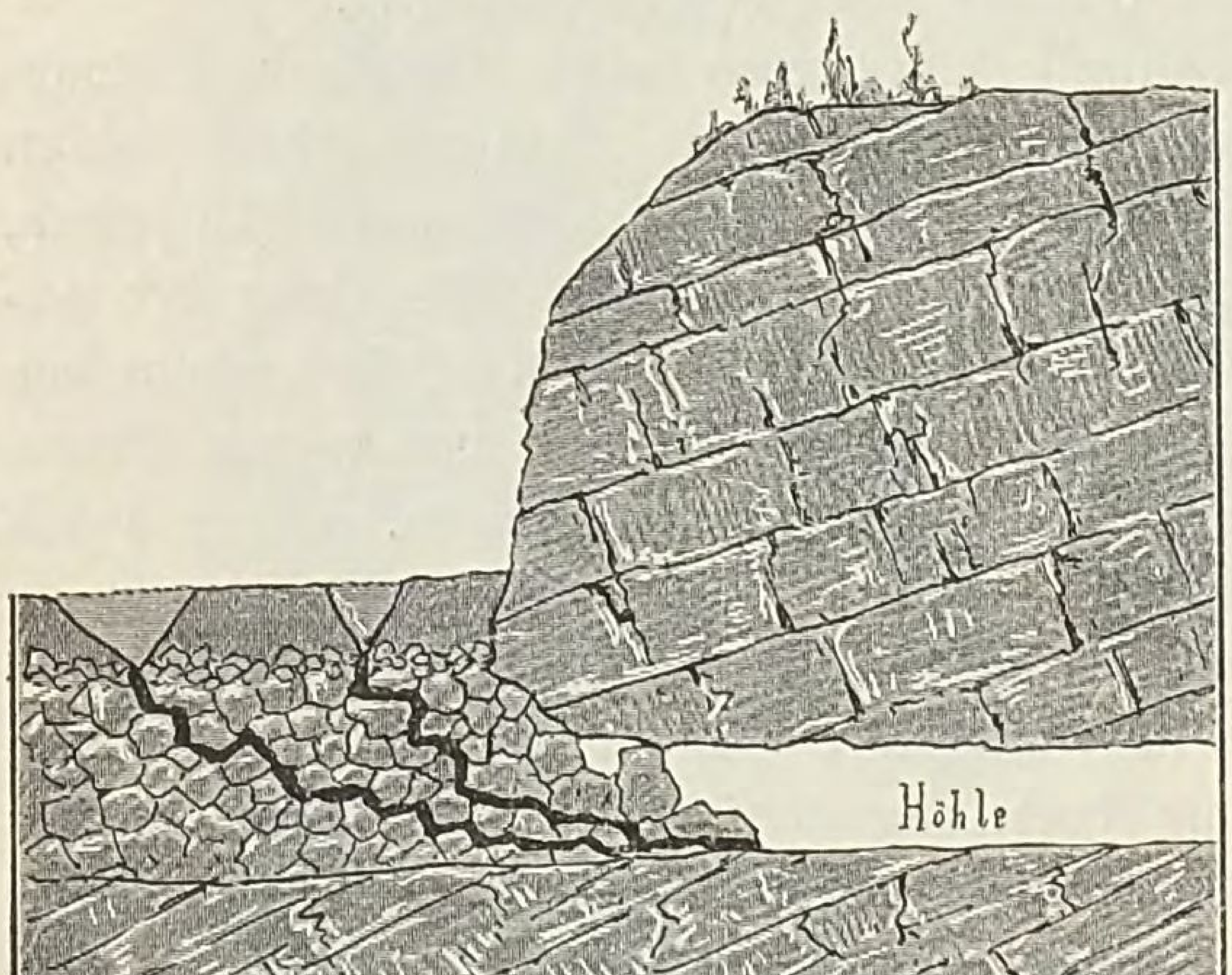
---

[1]) Diese neuere Ansicht von Dr. Guido Stache (derzeit Director der geologischen Reichsanstalt in Wien) ist nur aus einem Vortrage bekannt geworden, welchen derselbe in einer Monatsversammlung der k. k. geologischen Reichsanstalt hielt. In Anbetracht der Wichtigkeit dieses Gegenstandes wäre es sehr zu wünschen, daß hierüber bald eine Publication erfolge, damit die Entdeckung nicht nochmals erfolge und Prioritätsstreitigkeiten hervorrufe. Ueber die Bildung der Terra rossa existiren übrigens sehr verschiedene Ansichten. Jene von Mojsisovics siehe S. 27. Jene von Zippe siehe S. 16. Neumayer erklärt die Terra rossa als Tiefseebildung (Globigerinenschlamm), Fuchs dagegen behauptet, daß sie sich auch aus Süßwasserkalken bilde, und weder an bestimmte Formationen gebunden, noch überhaupt Tiefseebildung sei. Tietze stimmt Zippe bei.

bruchmateriale aufgefüllt ist, welches seinerseits wieder durch Sedimente überlagert wird [1]). In den bisher untersuchten nördlicheren Karstthälern betrug die Höhe dieser Auffüllung 15—20 Meter, das anstehende Gestein in der Thalsohle, und die Sohle der Abzugshöhlen lag stets um so viel tiefer. Bei hohen Wasserhöhlen ragt wohl ein Theil der Mündung über das Auffüllungsmateriale hervor [2]). Die Gewalt des Wassers schwemmte die Blöcke in das Innere der Höhlen hinein und bildete einen mehr oder minder sanften Abfall. Niedere Höhlen werden wohl ganz verlegt, und die Wässer können in die Abzugshöhlen nur durch die Zwischenräume, welche zwischen den Blöcken offen bleiben, gelangen. Oberhalb dieser Zwischenräume werden die Sedimente abgeschwemmt und es bilden sich trichterförmige Vertiefungen im Thalboden, die man Saugtrichter, Sauglöcher, oder wegen ihrer Form auch Dolinen nennt, die aber mit den Einsturzdolinen nicht verwechselt werden dürfen, weil diese auf eine ganz andere Art entstehen. Auch durch Gehängeschutt kann die Mündung einer Wasserhöhle verlegt werden und das Wasser sucht sich dann einen Weg, der an einer durchlässigen Stelle beginnt, die oft weitab von der Abzugshöhle im Thalboden liegt. Nachdem aber die engen Querschnitte der Saugtrichter für die Wasserabfuhr nicht genügen, so sucht sich das Wasser mehrere solcher Auswege und die Sauglöcher liegen daher häufig gruppenweise beisammen.



Offener Höhleneingang.



Verschütteter Höhleneingang.

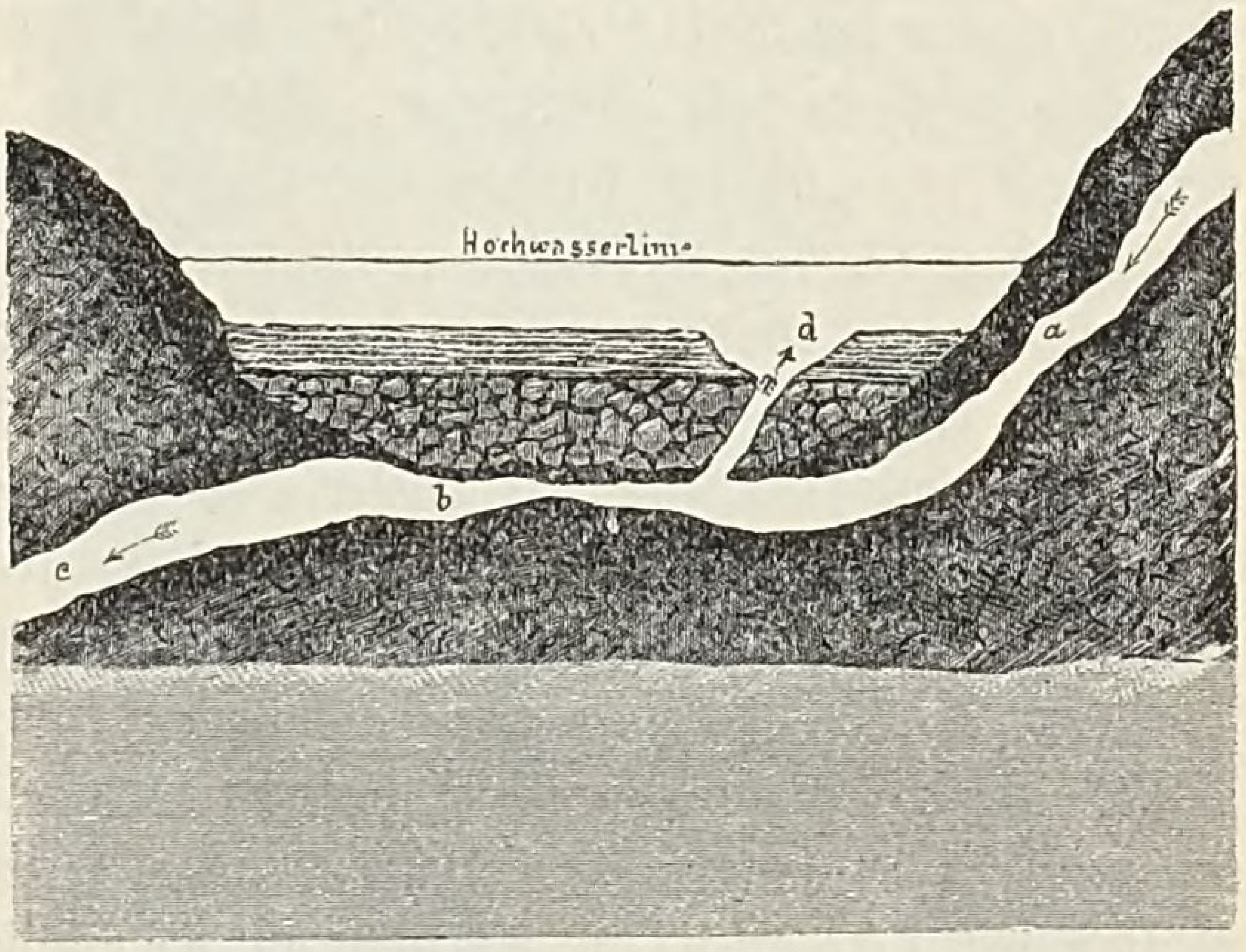
In den südslavischen Ländern heißen die Wasserschlinger oder Schlundtrichter „Ponor" oder „Ponikva". Letzterer Name kommt auch in Krain häufig als Localitätenbezeichnung von

[1]) Es gibt aber auch auf andere Weise entstandene Kesselthäler, von denen später die Rede sein wird.

[2]) Die Mündung der Megale Kathabothra am Kopaissee in Griechenland ist 25 Meter hoch. Die Sohle ist mit Felsblöcken hoch aufgeschüttet, zwischen denen sich das einfließende Wasser verliert. Nächst dieser Verschwindungsstelle ist eine Fortsetzung der bedeutenden Höhle nicht sichtbar. Angesichts der bedeutenden Absorptionsfähigkeit der Megale Katabothra muß unter diesem Trümmerwerke eine größere Abzugshöhle vergraben liegen. Näheres hierüber in den „Mittheilungen der k. k. geographischen Gesellschaft", Wien, 1892, Nr. 7 und 8 unter dem Titel: „Sumpf- und Seebildungen in Griechenland" von Franz Kraus.

Dörfern vor[1]). In Krain werden sowohl die Einsturztrichter, als die Saugtrichter „Dolina" genannt, die Schlünde jedoch „Jama" (Höhle), „Luknja" (Loch) oder „Breždno" (Abgrund). Wichtige Saugtrichter haben auch häufig eigene Namen, wie z. B. im Zirknitzerthale: Vodanos, Rešeto, Retie, velka Bobnarza, mala Bobnarza u. a. Durch einige dieser Trichter dringt auch Wasser bei starken Niederschlägen hervor und dieselben Löcher saugen später das Wasser wieder gierig ein, sobald der Druck in der communicirenden Röhre nachläßt. Hofrath von Hauer erklärte diesen Vorgang, gelegentlich eines Vortrages über die Wasserverhältnisse in den Kesselthälern von Krain, durch eine schematische Zeichnung, welche das Phänomen in sehr anschaulicher Weise erklärt.

Eine vom Gebirge herabführende Spalte (Höhle) a füllt sich bis über das Thalniveau hinauf bei starken Niederschlägen mit Wasser, weil der engere Querschnitt bei b das ganze Quantum nicht der Abflußhöhle c zuzuführen vermag. Es wird daher bei d ein Theil des Wassers in das Thal hinausgedrängt und die Oeffnung d functionirt als Speiloch, welches das Ueberfallwasser an das Thal abgibt und dort aufspeichert. Hört der Druck bei a auf, so beginnt das Wasser im Thale seinerseits wieder einen Druck auszuüben und das aufgespeicherte Wasser fließt durch die Oeffnung bei d wieder ab, aus welcher es hervorgekommen ist[2]). Diese Schlundtrichter bilden daher gewissermaßen Ueberfälle oder secundäre Fortsetzungen der Höhlen, u. zw. sowohl von eigentlichen Schlundhöhlen (Wasserschlingern, Katabothren), als auch zuweilen von Speihöhlen, (Riesenquellen, Sources vauclusiennes, Kephalarien). Bevor jedoch zu letzteren übergegangen werden kann, die das Ende der Höhlen bilden, muß der horizontalen Höhlen gedacht werden.



Schematische Darstellung der Saug- und Speilöcher im Zirknitzer-See, nach Hofrath von Hauer.

Wie die horizontalen Wasserhöhlen beginnen, wurde bereits zum Theil erwähnt. Es gibt deren, die mit riesigen Thoren beginnen, bei anderen liegt die eigentliche Mündung unter Bruchmaterialien oder Sedimenten oft so tief vergraben, daß ihre Lage selbst für den Fachmann nur schwer zu ermitteln ist. In jedem Falle bildet eine mehr oder minder horizontal verlaufende Höhle die Fortsetzung. Der weitere Verlauf dieser Wasserhöhlen ist nicht immer ungestört. Es gibt darin Etagen mit gähem, oft sehr hohem Absturze, wie z. B. bei der Höhle des Bonheurflusses in den Cevennen (Frankreich), welche von Martel unter enormen Gefahren im Jahre 1888 zum ersten Male von einem Ende bis zum anderen durchfahren worden ist; ferner bei

[1]) Das „Orts-Repetitorium des Herzogthums Krain", Laibach 1874, führt fünf Ortschaften namens Ponikve an.

[2]) Es ist hier gleichgiltig, ob der Verbindungscanal im anstehenden Gesteine liegt oder ob derselbe durch die Zwischenräume von alten Deckenbrüchen gebildet wird. Wo eine Verengung des Canales stattfindet, muß überall Ueberfallwasser emporgetrieben werden.

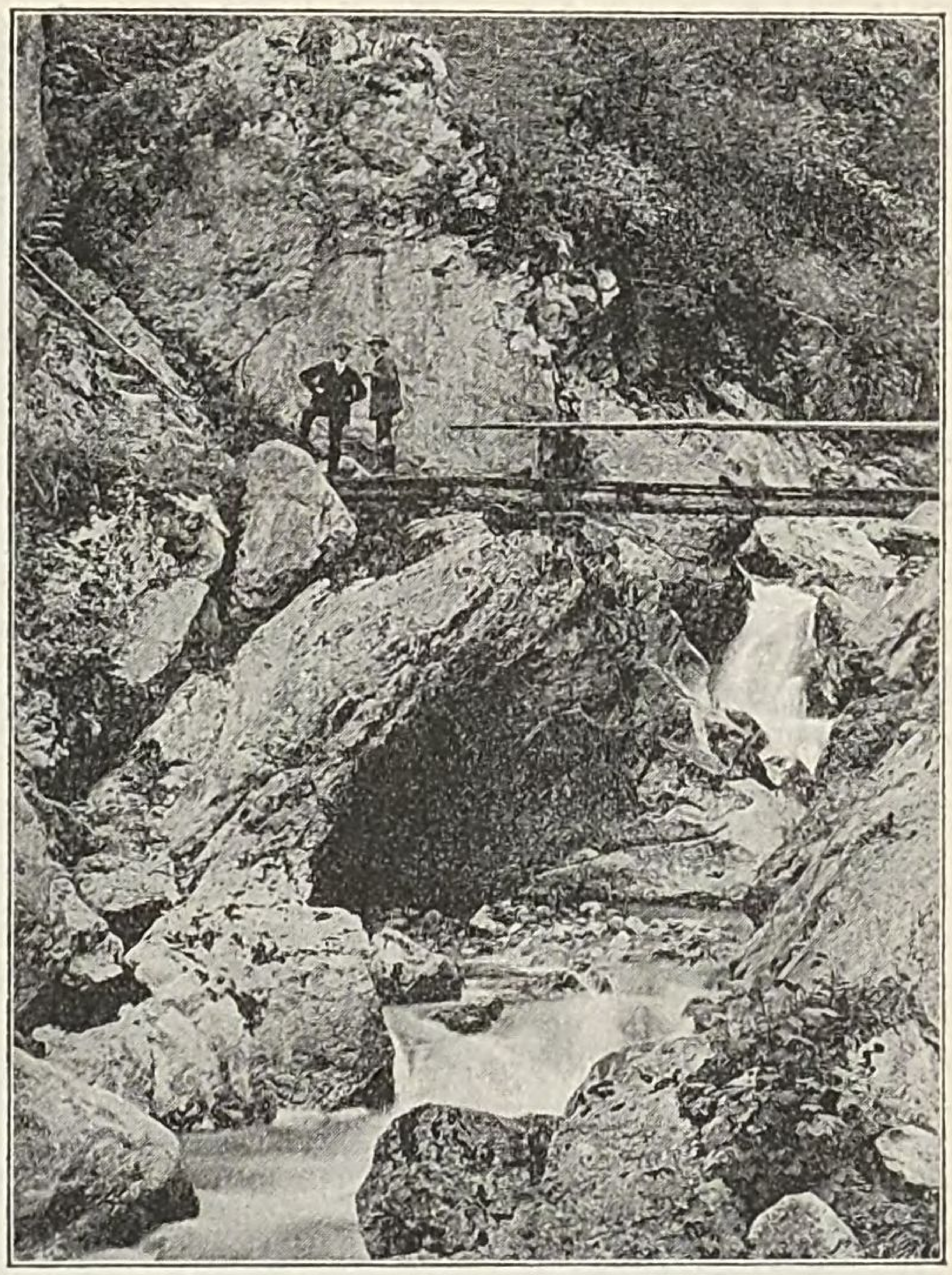
der bereits erwähnten Höhle der Katabothre von Verzova, welche noch nicht vollständig erforscht ist, die aber auf eine Luftlinie von 4000 Metern ein Gefälle von 335 Meter haben muß, also ungefähr 1 : 12, was sich allerdings reducieren dürfte, weil die Krümmungen die Länge der Höhle etwas beträchtlicher machen dürften. Bei der Höhle des Bonheur, (nach dem Wasserfalle am Ausfalle Bramabiau genannt), beträgt die Luftlinie nur 450 Meter, die Länge der Wasserhöhle jedoch 700 Meter und das Gefälle 90 Meter (circa 1 : 7·8). Das Gefälle des unterirdischen Laufes des Unzflusses zwischen dem Planinathale und der Laibacher Ebene beträgt rund 150 Meter auf 10.000 Meter (1 : 66·6), jenes der mährischen Wasserhöhlen im Durchschnitte (nach Kříž) ungefähr 1 : 92. Ein sehr geringes Gefälle besäße der in der Foiba von Pisino verschwindende Foibabach, wenn es wahr sein sollte, daß er an die Quellen bei Pola Wasser abgibt, wie es Stache („Die Wasserversorgung von Pola", Wien, 1889), anzunehmen scheint. Nach Stache beträgt die Höhenlage 240 Meter[1]) und das Gefälle auf der Strecke von rund 40 Kilometer 1 : 166, was voraussetzen würde, daß der Foibaschlund fast ganz voll Wasser stünde, was übrigens manchmal vorkommen soll, aber nicht die Regel ist. Dieses geringe Gefälle wird übrigens von jenem des oberirdischen Laufes des Laibachflusses auf seinem Wege durch den Laibacher Morast übertroffen, welches nur 1 : 15.500 beträgt. Dieses abnorm geringe Gefälle ist die Ursache der häufigen Wasseraustritte im Laibacher Moraste. Die großartige, nur theoretisch constatirte, aber niemals noch erforschte Wasserhöhle zwischen dem Stymphalossee und dem Erasinos-Ursprunge (Kephalobrysis) in Griechenland, hat trotz ihrer Länge von 35 Kilometern in Folge der bedeutenden Höhenlage des Stymphalossees ein weit größeres Gefälle, welches mit 1 : 60 veranschlagt werden kann. Es läßt sich daher annehmen, daß im großen Ganzen das Gefälle selten das Verhältniß von 1 : 100 übersteige, was auch ganz erklärlich ist, weil die unterirdischen Wasserläufe weit bedeutendere Reibungswiderstände zu überwinden haben, als die oberirdischen. Pilar[2]) berechnet den Reibungswiderstand auf der circa 16 Kilometer langen Strecke zwischen der Schwinde des Jasenicabaches und dem Quellensee der Sluinčica (in Croatien) mit Rücksicht auf die Wasserversorgung der circa $6^1/_2$ Kilometer von der Quelle gelegenen Mulde von Mocila, und behauptet, daß man in der Nähe dieser Ortschaft schon auf einer Tiefe von circa 45 Metern auf Wasser stoßen müsse, trotzdem der relative Höhenunterschied 80 Meter beträgt. Der Reibungswiderstand wächst: 1. mit der Länge der Röhre, 2. umgekehrt zur Weite, und 3. im Quadrate der Geschwindigkeit. Der durch den Reibungswiderstand erzeugte obige Druckverlust von 35 Metern ist mit Berücksichtigung dieses dreifachen Gesetzes als mittlerer Durchschnitt angenommen, wobei es nicht ausgeschlossen ist, daß sich das Wasserniveau einmal dem Thalniveau mehr nähert, und daß es unter anderen Bedingungen tiefer hinabsinkt.

Eine zweite Art von Gefällsbrüchen entsteht durch die Syphons, die sowohl von Anbeginn der Höhlenbildung, als auch von späteren Störungen herrühren können. Erstere rühren von der Vertheilung der Klüfte im Felsgesteine her. Letztere können aus verschiedenartigen Ursachen entstehen. Das Wasser sucht allerdings sich in möglichst gerader Richtung (der Stoßlinie nach) zu bewegen, und es nagt an den Hindernissen, die es in eine unnatürliche Richtung drängen, allein es vermag dieselben

[1]) Die Höhe von 240 Metern wurde durch die Untersuchungen von Martel und Putick im Herbste 1893 als um mindestens 50 Meter zu hoch befunden. Das Gefälle betrüge demnach bei Mittelwasserstand 1 : 210 und bei Niederwasserstand, wie er am Tage der Untersuchung herrschte, 1 : 242.

[2]) „Die Wassernoth im Karste der croatischen Militärgrenze ꝛc.", Agram, 1874, S. 156.

nicht immer zu bewältigen, und wo es aus einer Richtung gedrängt wird, springt es rasch in eine andere über. Auch oberirdische Flüsse zeigen die Erscheinung, daß sich das Fahrwasser (das schwere Wasser, wie die Schiffleute sagen) einmal auf der rechten und dann wieder auf der linken Seite zeigt, wie es eben durch die Krümmungen dazu gezwungen wird. Bei unterirdischen Wasserläufen, die anfänglich nur in engen Klüften circuliren, gibt es nicht nur Krümmungen des Canales nach rechts und links, sondern auch nach oben und nach unten. Dies kommt nicht nur von der vorerwähnten Vertheilung der Klüfte her, sondern auch oft von der Lagerung der Schichten. Die Klüfte folgen nämlich nicht allein der Schichtenstellung, sondern durchbrechen und durchqueren oft die Schichten in den verschiedensten Richtungen. Je nachdem der Wasserstrom nun auf Schichtflächen oder Schichtenköpfe trifft, so hat er im ersteren Falle eine geringer, im zweiten Falle eine stärker erodirende Wirkung. Dazu kommt noch, daß dickbankige Kalke mehr, und dünnbankige weniger Widerstandskraft besitzen[1]). Bei Krümmungen und Syphons kommen alle erdenkbaren Stellungen der Schichten vor, auch wirkt die Auskolkung am tiefsten Punkte der Syphons ebenso wie am Fuße von Wasserstürzen mit, um die Form der Krümmung zu conserviren. Bei den Krümmungen horizontal verlaufender Höhlen sieht man durch die Wasserwirkung ausgewaschene halbrunde Nischen, wie sie auch bei oberirdischen Wasserläufen vorkommen, die in Felsrinnen eingebettet fließen. Man nennt sie in den österreichischen Alpenländern gewöhnlich „Oefen". In Höhlen vertiefen sie sich oft zu kurzen sackförmigen Gängen, die „blind" enden, das heißt: die mit einer Wand von festem Gestein abschließen.



Erosion (Ofenbildung) im Felspasse „Die Noth" bei Gams.
Nach einer Photographie von R. Thonsern in Wien.

Die Höhlenwässer sind bei Niederwasserstand zumeist klar, bei Hochwasser jedoch führen sie große Mengen von Sedimenten in suspendirtem Zustande mit sich und reißen auch Steine, ja selbst große Felsstücke in tollem Wirbel mit sich fort. Das ist das eigentliche Ausscheuerungsmateriale, durch welches die Höhlen erweitert werden. Wie groß die Gewalt gewisser Höhlenbäche sein kann, davon lieferte den Beweis ein Felsstück in der Größe von mehr als einem Kubikmeter, welches gelegentlich der Erforschungsarbeiten in der Piuka jama (slovenisch Pivka jama geschrieben) zur Sicherung eines Dammweges halb in den Boden eingelassen worden war, und

[1]) Das gleiche Verhältniß existirt zwischen härteren und weicheren Partien des Gesteines.

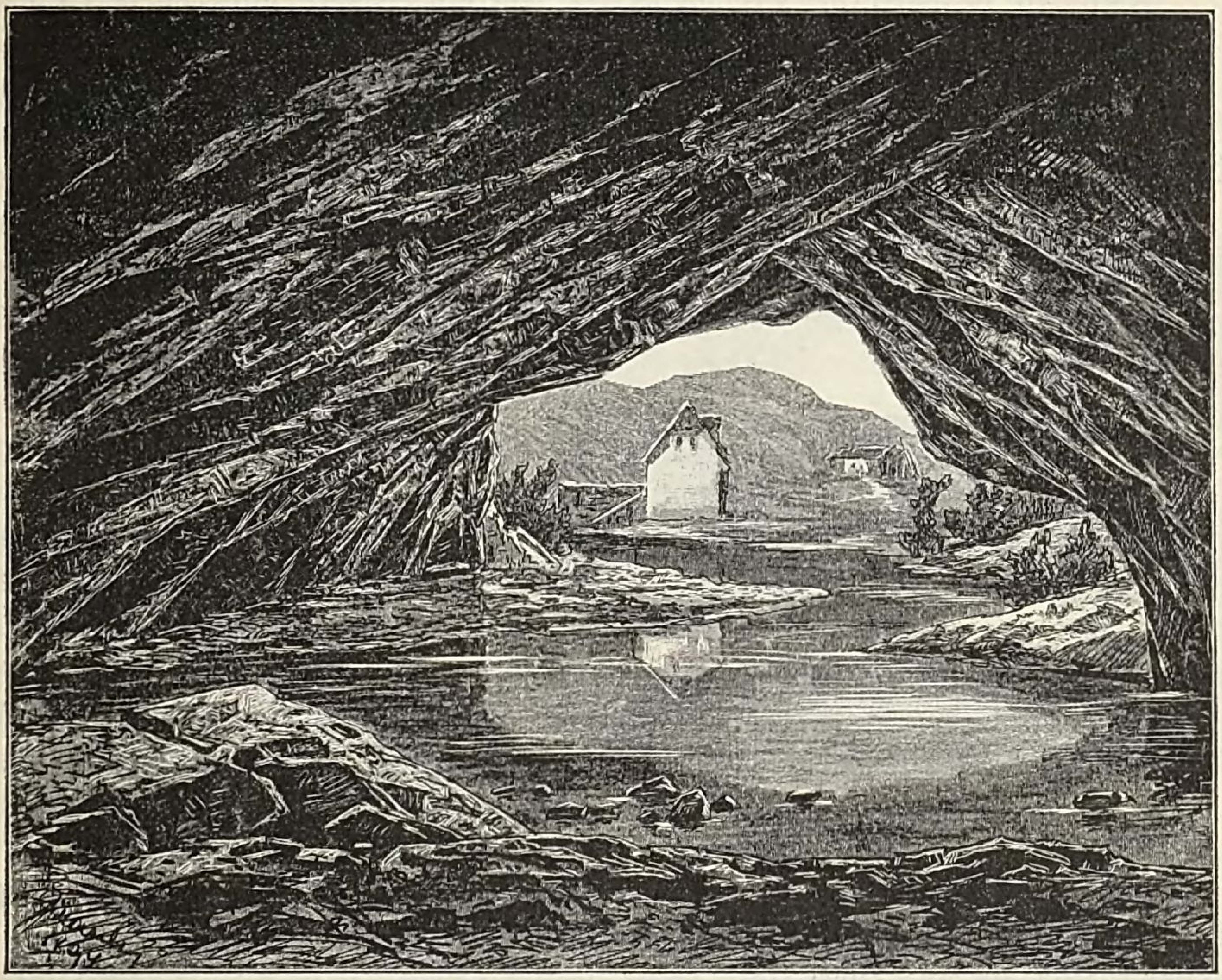
welches das nächste Hochwasser weggespült und zertrümmert hatte. Auch noch weit größere Felsstücke, deren abgerollte Ecken bezeugen, daß sie transportirt worden seien, liegen in den Höhlen mitunter über dem Niveau des Niederwassers auf zusammengeschobenem kleinerem Trümmerwerk. Die Stöße der großen Blöcke und das Schleifen der kleineren Steine gegen die Wände müssen nothwendigerweise dieselben angreifen, und dies macht sich so hoch hinauf fühlbar, als die Hochwasserlinie reicht. Stellenweise reicht diese bis an die Decke, so z. B. im Poiksee zwischen der Adelsberger und der Ottoker Grotte, wo ein schwerer Balken etwa fünf Meter ober dem Wasserspiegel nahe an der Decke eingekeilt ist. Die Ursache dieser bedeutenden Aufstauung liegt in der Enge der auf den hohen Raum folgenden Strecke.

Die Wasserhöhlen gleichen am meisten den Klammbächen, wenn man sich die Decke wegdenken würde. Es sind Wasserläufe gleich den oberirdischen da unten eingeschlossen, die ihre Verästungen und ihre Seitenzuflüsse haben, welche jedoch häufig von oben herab durch die Decke oder von den Seitenwänden in die Höhlen gelangen, ähnlich etwa, wie Wasserfälle in Klammen senkrecht herabstürzende Seitenzuflüsse bilden[1]). Durch jede Ritze in der Decke, welche mit der Oberwelt communicirt, dringt Wasser, wenn auch nur tropfenweise in die Höhle[2]); durch weite Schlote oder durch Seitenhöhlen gelangen auch größere Mengen Wassers in das Hauptgerinne und das aus einer Durchflußhöhle ausfließende Quantum ist daher stets größer als jenes, welches man an der Eintrittsstelle einfließen sah. Dies läßt sich bei solchen Höhlen leicht constatiren, in welchen das Wasser von einem Thalgebiete in das andere fließt, wie beispielsweise die Poik vom Adelsberger- in das Planinathal durch das Adelsberger Grottensystem hinübergelangt. Obgleich man vom ganzen unterirdischen Verlaufe nur etwa die Hälfte kennt, so weiß man doch, daß die Poik vor ihrem Austritte aus der Grotte von Kleinhäusel (fälschlich auch Unzhöhle genannt) bedeutende Zuflüsse aufnimmt, und daß ihr durch Dolinen, Naturschachte, Klüfte und Haarspalten die ganzen Sickerwässer des über dem Verlaufe der Grotte gelegenen, sowie vielleicht auch des benachbarten Niederschlagsgebietes zukommen. Andererseits kommen aber auch Gabelungen vor, die entweder später das Wasser wieder in die Haupthöhle zurückleiten, oder aber es einer anderen Austrittsstelle zuführen können. Das Wasser der Hotenka fließt von Hotederschitz auf unbekanntem Wege (wahrscheinlich unter der Gradišnica weg) den Quellen der Laibach zu. Bei starkem Andrange jedoch genügt der Querschnitt dieses unterirdischen Canales nicht, ein Theil des Bachwassers wendet sich gegen Süden und dringt aus mehreren Oeffnungen in der Nordwestecke des Planinathales hervor. Sobald der Wasserandrang nachläßt, hört auch dieser gefürchtete Zufluß auf, der für das Planinathal stets von üblen Folgen ist, weil er nicht nur die Ueberschwemmung vergrößert, sondern auch weil er der Strömung des Wassers entgegentritt und dieselbe dadurch hemmt. Man hat auch 1891 entdeckt, daß ein Theil der Poik nahe beim Einflusse in die Adelsberger Grotte (d. i. zwischen der Poikschwinde und dem großen Dome) durch eine Nebenspalte, welche ziemlich parallel mit der sogenannten alten Grotte verläuft, einen Abfluß habe. Die Quellen der Laibach bilden eine Art Delta der Unz, was zahlreiche unterirdische Bifurcationen bedingt.

[1]) Ein ziemlich hoher Wasserfall, der aus einem Seitengange in die Haupthöhle stürzt, wird von Martel in seiner Beschreibung der Durchfahrt durch die Höhle des Bonheurflusses erwähnt.

[2]) In der Rekahöhle wird ein Theil der Haupthöhle die Regengrotte genannt, weil dort eine Traufe die nur selten ausbleibt, gerade über den Weg herabstürzt. Oberirdisch liegt in der Nähe eine große Depression von langgestreckter Form, aus der dieses Wasser stammt.

Auch während seines oberirdischen Laufes gibt der Unzfluß einen großen Theil seines Wasserquantums an Spaltensysteme ab, die es auf unbekannten Wegen ableiten, jedenfalls aber es ebenfalls der tiefer gelegenen Laibacher Morastebene zuführen. Daß auch im Oberlaufe der Donau ein ähnlicher Fall vorkommt, ist minder bekannt. Durch ein Kluftsystem geht nämlich Ueberfallwasser in die zum Flußgebiete des Rheines gehörige Aachquelle hinüber, und gelegentlich eines Wasserrechtsstreites wurde dies auch amtlich constatirt und experimentell nachgewiesen. Damals wurde wohl zum ersten Male Fluorescеïn als Färbemittel angewendet, um die Identität des verschwindenden Wassers mit jenem der Aachquelle zu constatiren. Andere Versuche mit Jauche und mit Salz gaben dasselbe Resultat. Nicht immer bedarf es aber so com-

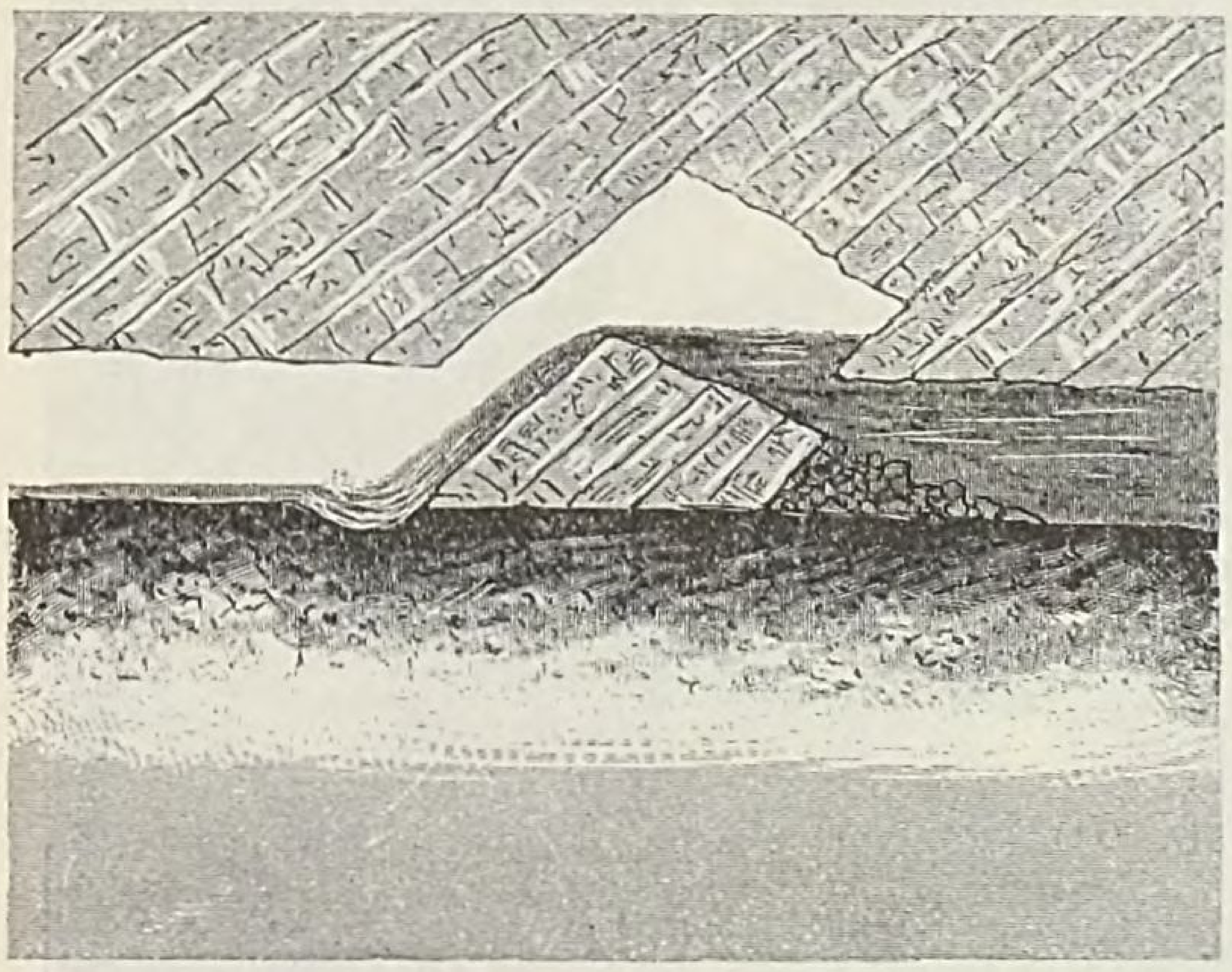


Austrittsstelle des Baches aus der Grotte von Seele bei Gottschee.

plicirter Beweismittel, um die Identität des Wassers festzustellen. Einige Flußläufe lassen sich auf ihrem unterirdischen Wege ganz gut verfolgen. In der Höhle Csetate Boli nächst Vanitza in Siebenbürgen, welche früher häufig zu Pferde durchritten wurde, was jetzt nicht mehr möglich ist, weil der obere Ausgang durch den Bau eines Eisenbahndammes unpraktikabel geworden ist, konnte früher weithin vorgedrungen werden. Die ganze Wasserhöhle ist niemals erforscht worden, denn der bisher nicht untersuchte Theil wird enger und niedriger, die Wassertiefe ist größer und die Pferde kommen nicht mehr weiter. Mit leichten Booten vorwärts zu dringen ist nicht versucht worden. Die sogenannte obere Mündung dürfte einst einen Seitenzufluß aufgenommen haben, der sich später einen anderen Weg gesucht hat, wodurch die Höhle eine Durchgangshöhle geworden ist. Durchgangshöhlen, die aus einem Thalgebiete in

das andere führen, sind nicht sehr häufig, jene, die man kennt, sind ausnahmslos trockene Höhlen geworden, die aber noch deutliche Spuren ihrer einstigen Function (als Wasserhöhlen) zeigen. Eine berühmte Durchgangshöhle ist die Frauenmauerhöhle bei Eisenerz in Steiermark, welche in einer Seitenkammer Tropfeis enthält, im Hauptgange aber eisfrei ist. Diese Höhle verbindet das Gsollthal mit jenem von Tragöß. Valvasor führt mehrere Durchgangshöhlen an, die aber entweder nicht auffindbar sind, oder die sich (wie die Grotte von Seele bei Gottschee in Krain) nur als Reste von streckenweise eingestürzten größeren Höhlen erweisen. Seit 1689 mag sich dort übrigens viel verändert haben. Auch die Oswaldhöhle bei Muggendorf in Bayern ist eine Durchgangshöhle. Ihre Länge ist nicht bedeutend, aber sie ist jedenfalls ein Rest einer einst größeren Wasserhöhle.

Durch die fortschreitende Erosion werden von den Wänden und von der Sohle der Wasserhöhlen immer neue Theile losgetrennt, die Spannweite vergrößert sich und von der Decke fangen einzelne Blöcke abzubröckeln an. Bei Wasserhöhlen mit starkem Gefälle bleiben diese Blöcke nicht an Ort und Stelle liegen, wenn es nicht gerade Riesenblöcke sind, die der Strom nicht wegzuwälzen vermag. Derlei Riesenblöcke liegen in der Graf Falkenhaynhöhle (beim Dorfe Laase am Ostrande des Planinathales in Krain) unmittelbar unter der noch erkennbaren Abbruchstelle. Durch derartige Deckenbrüche muß aber die Höhle merklich deformirt werden. Nicht nur wird die Decke erhöht, sondern auch der Boden wird dadurch gehoben, so daß sich an dem Hindernisse kleinere Blöcke stauen und festkeilen können, welche der Strom mit sich geführt hat. Auch auf diese Weise können Syphons entstehen, wie dies aus der beigefügten Zeichnung ersichtlich wird.



Syphonbildung durch Deckensturz.

Nicht immer aber muß gerade ein großer Abbruch einen Syphon erzeugen. Es gibt auch Barren, die aus kleineren Felstrümmern bestehen, die an gewissen Punkten zusammengeschoben und durch jenen fetten, wasserundurchlässigen Lehm verkittet sind, den man mit wenigen Ausnahmen in allen Höhlen des Kalkgebirges trifft und den man deshalb Höhlenlehm nennt. Dieser Lehm ist der unlösliche thonige Theil des Kalksteines, der bei der Auflösung desselben zurückbleibt und der mechanisch weiter transportirt wird. Die Anhäufungen des Höhlenlehmes sind in einzelnen Höhlen oft massenhaft. In Gängen, wo die Strömung minder heftig ist, erreicht seine Mächtigkeit oft viele Meter. Auch beschlägt er gerne die Wände und beispielsweise in der Gradišnica fand Putick in dem tiefsten, keinen sichtbaren Ausweg mehr zeigenden großartigen Höhlenraume den Lehmbeschlag bis 40 Meter hoch über die Sohle hinaufreichend.[1])

[1]) Es muß hier ausdrücklich bemerkt werden, daß der Höhlenlehm in den Wasserhöhlen mit der früher erwähnten Terra rossa nicht identisch ist, denn er unterscheidet sich von ihr sowohl durch die Farbe als auch durch die chemische Beschaffenheit. Die gelbbraune Farbe des Höhlenlehmes kommt vom Eisenoxydulgehalte. Die Terra rossa ist durch Eisenoxyd roth gefärbt.

Außer den vorerwähnten Schwemmprodukten gelangen solche auch in die Höhlen vom Tage aus, u. z. bei wasserschlingenden Mündungen entweder durch den Höhleneingang oder auch durch Schlote, Klüfte und Spalten. Durch den Eingang wird eingeschwemmt Holz, Astwerk, Wurzeln, Schilf, Laub, Erde, Sand u. dgl., auch Leichen verunglückter Thiere werden häufig mitgeschwemmt und im Lehme entweder in ganzen Skeletten eingebettet, oder aber die Knochen werden verstreut, abgerollt oder gar zersplittert. Durch die Schlote kommen Humuserde, Sand, Steine und auch thierische Reste in die Höhlen, je nachdem der Querschnitt der Schlote weit genug ist, um diesen Dingen Durchlaß zu bieten. Zuweilen kommt es aber auch vor, daß ein Stein oder ein Felsstück sich in einem Schlote verkeilt, und daß sich weitere einstürzende oder eingeschwemmte Materalien daran stauen und den ganzen Schlot verschließen, der sich später wieder öffnen kann. Einen solchen Fall, der sich im August 1891 ereignet hat, beschreibt Martel im 18. Bande des „Annuaire du Club alpin français“ (Paris 1891). Gelegentlich eines Gewitters wurden alle Trichter bei la Cayrouse in den Cevennen (welche man dort Cloups nennt) mit Wasser gefüllt. Einer davon leerte sich plötzlich und man sah einen Schlund von einem Meter Durchmesser, der sich, wie man glaubte, neu gebildet hatte. Leider wurde derselbe nicht näher untersucht. Es ist jedoch evident, daß schon früher dort ein Schlund bestanden haben muß, der entweder durch Nachbruch oder vielleicht in früherer Zeit absichtlich verlegt worden war, und der sich durch den Druck der Wassersäule wieder geöffnet hatte.

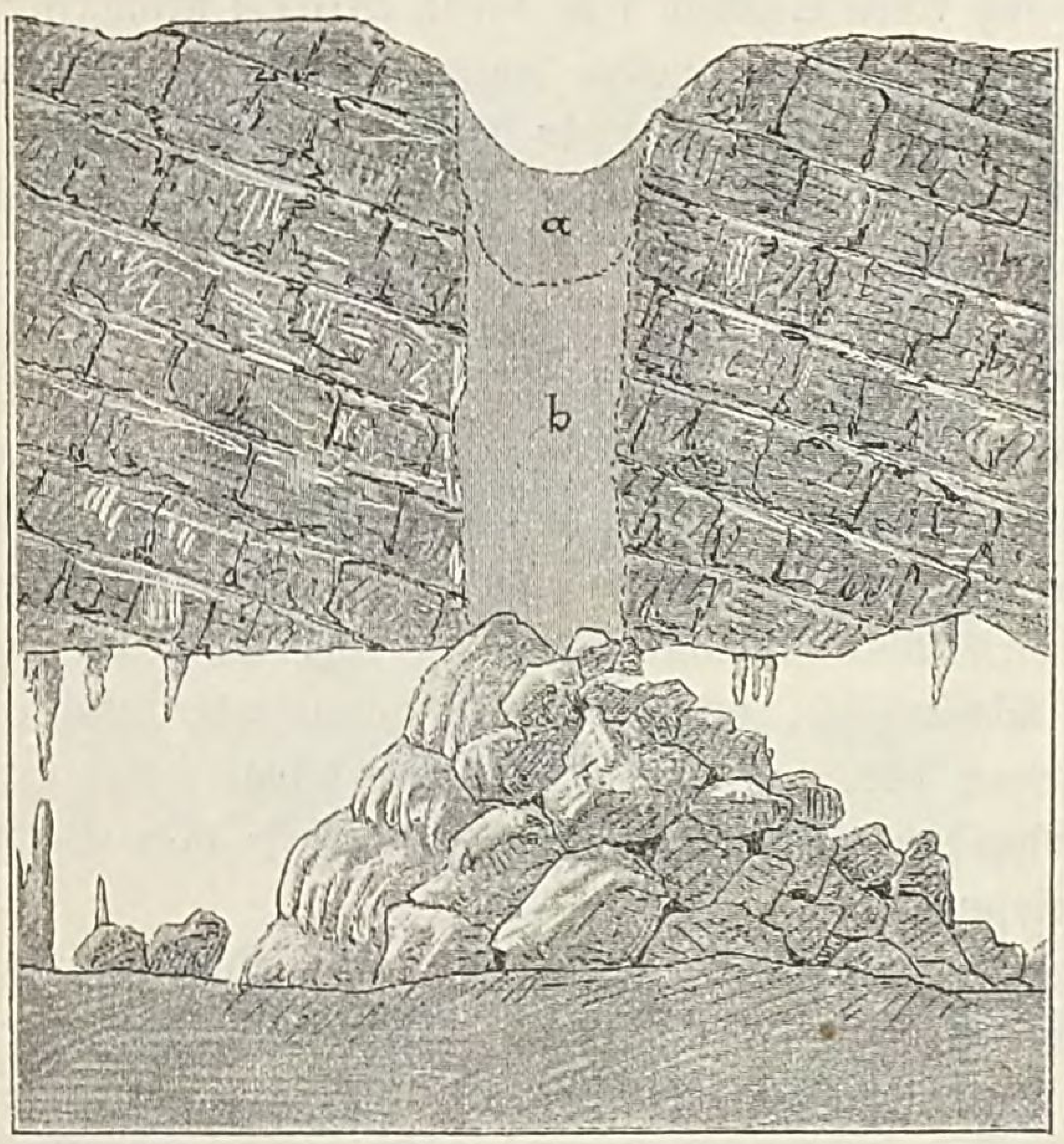
Diese Art von Schloten sind nichts anderes als durch Erosion erweiterte Spalten oder Klüfte, durch welche das Regenwasser in die Abzugshöhlen gelangt. Zumeist trifft man dieselben in muldenförmigen Depressionen der Plateaux. Manche Bäche verschwinden in solchen Erosionsschlünden, oder sie geben einen Theil ihres Wassers an dieselben ab, wenn deren Querschnitt nicht genügt, um die ganze Menge aufzunehmen. Ursprünglich waren diese Plateauschlote jedoch nur enge Spalten, die nur geringe Mengen Wassers der Wasserhöhle, mit der sie communiciren, zuführen konnten. Nach ihrer Erweiterung jedoch bilden sie eine Art Wasserschlinger, nur mit dem Unterschiede, daß sie nur zur Regenzeit functioniren und nicht Fluß- oder Bachwasser, sondern nur Regenwasser einsaugen.

Solche Erosionsschlünde zeigen an den Wänden deutliche Erosionsspuren, insolange sie intact sind. Durch äußere Einflüsse (Frostwirkung, Abschwemmung, Verwitterung) erhält besonders die am Tage ausgehende Mündung eine Formveränderung. Sie verliert ihre Steilwände und nähert sich immer mehr der Trichterform. Man könnte füglich aus der Form auf das Alter dieser Schlünde schließen. Allein auch der übrige Verlauf des Schlundes bleibt nicht im gleichen Zustande. Außer der Erosion, welche den Querschnitt zu vergrößern trachtet, wirkt auch der Nachfall von locker werdenden Steinen an der Vergrößerung mit. Besonders an solchen Schloten, die in der Decke einer Höhle von größerer Spannweite münden, zeigt sich gern ein von unten nach oben fortschreitender Abbröckelungsproceß, der es schließlich bewirkt, daß der Erosionsschlund von einem Einsturzschlunde nicht mehr zu unterscheiden ist. Erderschütterungen müssen diesen Umbildungsproceß selbstverständlich beschleunigen.

Eigentliche Einsturzschlünde entstehen auf eine andere Weise.

Von der Decke einer Höhle bricht, an für Abblätterung geeigneten Stellen, ein Theil ab, und bleibt entweder am Boden liegen, oder das Bruchmateriale wird weggeschwemmt. Weitere Einstürze erfolgen, bis sich eine Kuppel bildet, deren Höhe nahezu die Bodenfläche erreicht. Bricht auch der letzte dünne Rest der Decke ein, so

ist der Schlund fertig, der sich durch seinen senkrechten Absturz und durch seine scharfen Brüche auszeichnet. Der Einsturz muß aber nicht immer successive, sondern er kann auch auf einmal plötzlich erfolgen. In letzterem Falle pflegt sowohl die Höhle selbst, als auch ein Theil der Röhre des Schlundes mit Bruchmateriale angefüllt zu werden, wenn nicht die Höhe der Höhle bedeutender ist als die Menge des Bruchmateriales, respective wenn die Decke so dünn ist, daß sie keine genügende Menge von Bruchmateriale abgeben kann, um die Höhle vollständig zu verlegen. Je nachdem der eine oder der andere Fall eintritt, sind die Consequenzen auch verschieden. Wird die Höhle ganz verlegt, so drängt sich das Wasser durch die Zwischenräume des Einsturzmateriales im Anfange zwar durch, verlegt dieselben aber bald durch mitgeschwemmten Grus und Lehm, und wird dadurch gezwungen, sich einen anderen Ausweg zu suchen, den es bald in irgend einer Kluft findet, die es erweitert. Wird die Höhle nicht vollständig verlegt, so staut sich das Wasser zwar an dem Hindernisse, überströmt dasselbe aber und reißt Stück um Stück von der Krone weg, beiderseits einen Trümmerberg liegen lassend. Wo man einseitig gelagerte Trümmerberge findet, kann man sicher sein, daß sie von alten Einstürzen herrühren, die einen Gang verlegt haben, der sich auf der Oberfläche durch irgend eine Depression bemerkbar machen muß. Es ist klar, daß Einsturzschlünde ohne Ausnahme über Höhlengängen liegen müssen, während Erosionsschlünde von denselben auch weiter ab liegen können. Offene Einsturzschlünde, die noch mit der Höhle communiciren, markiren daher gewissermaßen den Verlauf der Höhlen, während solche, wo diese Communication fehlt, den Beweis liefern, daß unterhalb derselben einst offene, derzeit aber verschüttete Räume liegen. Die französischen Fachleute glauben nicht an das „Jalonnement“, welches aber trotzdem existirt, wie dies bei der Verfolgung der unterirdischen Wasserläufe am Karste wiederholt durch oberirdische und unterirdische Controlmessungen constatirt werden konnte. Ueber dem Schuttkegel in der Grotte von Obergurk liegt ein 40 Meter tiefer Einsturzschlund, dessen Bruchmateriale (von der Sohle der Höhle an gerechnet) bei 60 Meter hoch aufgeschüttet ist. Bei 20 Meter davon sind in der Höhle selbst sichtbar, der Rest ist in dem Schlunde aufgehäuft. Die in ziemlich gleichen Dimensionen verlaufende Höhle endet an dem Schuttkegel plötzlich, das Wasser hat sich neue Wege gesucht und coulissenartige Felsbildungen in der noch nicht vollkommen erodirten neuen Höhle erzeugt. (Nach Mittheilung des Landesingenieurs Hrasky).



Unterbrechung in der Kršelivka-Höhle.

Ober den Einsturzblöcken, welche die sogenannte neue Grotte in Adelsberg abschließen, liegt eine sanft abgeböschte Doline im Waldterrain. Mitten im Verlaufe

der namenlosen Höhle, deren Mündung in der Doline Kršelivka liegt, bildet ein bis an die Decke reichender Trümmerkegel eine Unterbrechung, die an der Basis etwa 15 Meter beträgt, gegen die Decke zu aber abnimmt. Zwischen der linken Wand und den dort gelagerten Blöcken ist es jedoch möglich, durchzuschliefen und in die Fortsetzung der Höhle zu gelangen, die in ganz gleichen Dimensionen verläuft. Die neuen Vermessungen in Krainer Höhlen enthalten zahlreiche weitere Beispiele, daß Trümmerkegel in den Höhlen stets sichere Anzeichen von Depressionen auf der Oberfläche sind Zu den besten Beweisen für die Einsturztheorie (die man aber nicht generalisiren darf) gehören die „Fürst Windischgrätz-Höhlen“ in den Haasberger Forsten (zwischen Adelsberg und Zirknitz) und die kleine Lančarevec-Grotte bei Groß-Ottok. An beiden Orten sieht man eingebrochene dünne Höhlendecken, deren Bruchmateriale noch an Ort und Stelle liegt.

Coulissen sind stets ein Zeichen, daß die Durchbrüche jüngeren Datums sind. In älteren Wasserhöhlen herrscht die Gewölbeform vor, darum nennt man derartige, in ziemlich gleichmäßigem Querschnitte und annähernd horizontal verlaufende Höhlen auch Tunnelhöhlen. Bei neueren Durchbrüchen wird stets zuerst die Außenseite der Schichten angegriffen. Vom Kerne derselben (der wie bei den Liaskalken auch häufig durch seine Feuersteinausscheidungen weit härter ist) bleiben nun kantige Stücke stehen, die schließlich durch mechanische Erosion weggeschleudert werden, wodurch die Tunnelform entsteht.

Gewisse Wasserhöhlen ziehen sich mehrere Kilometer weit fort, weite, ziemlich gleichmäßig dimensionirte Gewölbe bildend, und brechen dann plötzlich ab. Der Wasserlauf verliert sich für kurze Zeit in engen, unzugänglichen Spalten, und jenseits dieser engen Stellen folgen wieder ähnlich weite Räume wie die vorigen. Zumeist ist die Ursache dieser Unterbrechungen leicht erkennbar. Schutt und Trümmerwerk kann einen Gang ebenso gut verlegt haben als eine Schichtenstörung, was besonders bei steil einfallenden Schichten leicht vorkommt. Einsturzerscheinungen sollen sich auf der Erdoberfläche durch irgendwelche Depressionen bemerkbar machen. Manchmal sind dieselben durch nachträgliche Ausfüllung auf natürlichem oder künstlichem Wege so sehr ausgeglichen, daß sie nicht mehr erkennbar sind, manchmal reichen die Deckenabbrüche aber gar nicht bis zur Oberfläche hinauf, und bilden oben geschlossene Schlote oder hohe Dome. Wird eine Höhle auf irgend eine Weise verlegt, so muß der Wasserlauf sich nicht gerade in der unmittelbaren Nähe des Hindernisses eine neue Bahn eröffnen, sondern irgend eine Spalte, die ihm einen Ausweg bietet, wird zu einem neuen Gange erweitert. Liegt diese weitab von der Unterbrechungsstelle, so bildet das Ende des alten Ganges eine sackartige Höhle, die dem Unkundigen den Eindruck einer Seitenhöhle macht, wenn die neue Durchbruchstelle genügend erweitert ist. Beispiele von neuen Durchbrüchen vor dem Ende der Höhle sind in den Höhlen von Agtelek (Ungarn), Piuka jama (Krain), Padirac (Frankreich) und noch in vielen anderen Wasserhöhlen zu finden.

Beispiele einer zur Nebenhöhle gewordenen Haupthöhle sind:

1. Die Adelsberger Grotte, in welcher der Fluß einst in der oberen „Kaiser Ferdinands-Grotte“ floß, die zu einer trockenen Grotte geworden ist, weil der Fluß in Folge der Verrammlung des Endpunktes gezwungen worden war, sich einen anderen Ausweg zu suchen, den er weitab vom Hindernisse, fast am Anfange der Grotte, in einer Spalte fand, die in einen anderen, tiefer gelegenen Höhlengang führte. Diese Vereinigungsstelle bildet den großen Dom.

2. Die Höhle unter dem Tindoul de la Vayssière (Frankreich), welche durch den Einbruch des großen Schlundes verlegt, und in welcher 500 Meter davon eine Seitenkluft durch den Wasserdruck eröffnet wurde, die allerdings noch nicht so stark erweitert ist, um auch bei Hochwasser die ganze Menge des Zuflusses abzuführen, weshalb noch zeitweise eine Aufstauung und ein Zurückströmen in den alten Weg stattfindet. Nachdem nur geringe Wassermengen durch den Schuttkegel, der am Grunde des Einsturzschlundes liegt, sickern können, so erreicht das Wasser im Tindoul de la Vayssière oft eine bedeutende Stauhöhe, was bei der Adelsberger Grotte nicht der Fall ist, in welcher das Wasser die einmal verlassenen Gänge niemals mehr erreicht hat.

Alle Communicationen der Erosionshöhlen müssen schließlich am Tage münden oder einst gemündet haben. Dies gilt ebensowohl von den senkrechten und schrägen Erosionsschachten, als auch von den in die Haupthöhle horizontal mündenden Seitengängen. Die verschiedenartigen Communicationen sind dadurch entstanden, daß Meteorwässer durch Spalten der Haupthöhle zugeführt worden sind, die auf ihrem Wege die im Anfange engen Spalten und Klüfte erweitert haben. Die Haupthöhle gleicht daher einem oberirdischen Flusslaufe, dem von allen Seiten Nebenbäche aus höheren Lagen zuströmen. Weil aber die erwähnten Klüfte nicht immer senkrecht über den Höhlen liegen, sondern auch weithin über das Niederschlagsgebiet vertheilt sind, so wäre das Erkennen eines unterirdischen Wasserlaufes sehr schwer, wenn nicht andere Anzeichen bestünden, welche die Existenz desselben auch oberirdisch anzeigen. Diese bestehen hauptsächlich in den Einsturzschlünden, die allerdings die einzigen sind, die durch ihre reihenweise Anordnung (das jalonnement der Franzosen) ein untrügliches Anzeichen abgeben, daß unter ihnen eine Höhle sich befindet; desgleichen die von wiederholten Einstürzen herrührenden thalartigen Furchen, welche Reyer in ganz gediegener Weise beschrieben hat [1]). Diese Furchen können sowohl in förmlichen offenen Thalrinnen bestehen, in denen ein Wasserlauf aus einer Höhle entspringt und in einer anderen verschwindet (Rakbachthal in Krain), oder in einer Reihe von Einsturztrichtern, wie sie Reyer beschrieben hat. In beiden Fällen deuten sie an, daß die subterrane Erosion hier thätig ist oder thätig war, und daß man die Depressionen als die Anfänge eines Thalbildungsprocesses zu betrachten hat, der durch die subterrane Erosion hervorgerufen wird. In solchem Terrain, wo man eine merkbare Furchenbildung constatiren kann, ist es nicht zweifelhaft, daß eine subterrane Erosion thätig ist oder thätig war. Schwieriger wird der Fall, wenn die Depressionen scheinbar regellos über weite Flächen verstreut sind, und so nahe aneinander liegen, daß Mojsisovics derartige Terrains als „blattersteppige" bezeichnen zu müssen glaubte. Diese nicht allzu seltene Erscheinungen wagte Mojsisovics nicht durch die subterrane Erosion zu erklären, und schrieb sie daher der chemischen subaërischen Auflösung der Kalkfelsen zu. Betrachtet man jedoch das Gewirre von scheinbar regellos angeordneten Trichtern genauer, so wird man finden, daß sie nicht gleichmäßige Abböschung durch Verwitterung zeigen. Es lassen sich ältere von neueren Einbrüchen unterscheiden, d. h. solche, die schon mehr, und andere, die noch minder ihre Steilwände durch nachträgliche Verwitterung verloren haben. Dann wird es möglich werden, in das Gewirre ein System zu bringen und die scheinbar regellos angeordneten Dolinen werden sich — allerdings mit nicht geringer Schwierigkeit — in Reihen auflösen lassen, und die Wege anzeigen, welche der unterirdische Wasserlauf einst genommen, dann verlassen hat,

[1]) Studien über das Karstrelief, in den „Mittheilungen der k. k. geographischen Gesellschaft", Wien 1881.

um nach und nach weit aus seiner ursprünglichen Bahn gedrängt zu werden. Gewirre von Einsturztrichtern, Erosionstrichtern und Schlünden — von denen letztere am Grunde nicht immer noch mit den Höhlen communiciren müssen, sondern auch theilweise verschüttet sein können — kommen auch vor, wo mehrere parallele Seitengänge in eine Höhle mündeten. Bei eifrigem Studium ist es trotzdem möglich, zu erforschen, welcher Reihe die einen und welcher die anderen angehören. Wo successive Verdrängungen der Höhlenbäche stattfanden, kann in dieses Gewirre allerdings nur mit größter Mühe Klarheit gebracht werden. Wer aber mit der vorgefaßten Meinung die Trichter betrachtet, daß sie ausschließlich durch chemische oberirdische Erosionswirkung entstanden seien, der wird freilich ein System nicht herauszufinden vermögen, wo nicht eine einzelne deutlich ausgesprochene Reihe sich zeigt.

Daß auch in manchen Terrains die Mehrzahl der seichten Trichter (welche den Pingen gleichen, die sich über alten Bergwerken zu bilden pflegen) Einbrüchen zuzuschreiben sind[1]), geht daraus hervor, daß ihr Grund im ersten Stadium mit locker aufgeschüttetem Blockmateriale aufgefüllt ist. In den späteren Stadien kommt jenes Materiale hinzu, welches durch Abwitterung von den Steilwänden in die Tiefe stürzt, und welches durch Einschwemmung dazukommt. Auf diese Weise entsteht nach und nach die Trichterform. Der Grund füllt sich immer mehr auf, bis er nahezu die Oberfläche erreicht. Auf manchen Kalkplateaus gibt es daher nur in den Trichtermulden eine nennenswerthe Vegetation, weil in sie alles productive Materiale hineigeschwemmt ist. Häufig bilden die Einbruchstellen Unterbrechungen im Verlaufe der Höhlen, durch welche sie in zwei scheinbar selbstständige Höhlen getheilt werden. Mitunter kommt es vor, daß eine ganze Strecke durch mehrere Einbrüche unzugänglich wird, und daß man nur zwei weit auseinanderliegende Theile der Höhle kennt, deren Zusammengehörigkeit man gar nicht ahnen würde, wenn nicht gewisse Anzeichen dafür sprächen, worunter die Existenz von Wasserläufen wohl eines der deutlichsten ist; aber auch dieses ist nicht immer ganz verläßlich, wenn die Identität des Wassers nicht durch Beobachtung der jeweiligen Wasserstände, durch Färbungsversuche oder sonstwie constatirt ist. Mancher Volksglauben ist diesbezüglich schon durch die Beobachtung oder durch das Experiment als ein irriger nachgewiesen worden, was aber nicht zu verhindern braucht, daß die Tradition fortbestehen bleibt. Die Zusammengehörigkeit des Sarantapotamos mit dem Alpheios, welche Pausanias behauptet hatte, und welche seitdem geglaubt und gelehrt worden ist, wurde erst 1891 durch geodätische Messungen als unmöglich erwiesen. Trotzdem ist dieser hydrographische Irrthum noch nicht endgiltig beseitigt.

Eine regelrecht verlaufende Wasserhöhle besteht aus der Zulaufsmündung, dem Wassertunnel und der Quellenmündung. Diese regelrechte Form ist jedoch selten zu finden. Zumeist beginnen die Höhlen mit zahlreichen kleinen Zulaufsspalten, die in ihrer Gesammtheit die Function einer größeren Zulaufsmündung erfüllen, wie sie bei Durchflußhöhlen existirt. Auch der Wassertunnel verläuft nicht immer regelrecht. Oft sind es nur Systeme von Kammern, die miteinander durch enge Klammen verbunden sind, in denen die Wassercirculation stattfindet. An anderen Orten sind die Höhlen nur auf kurze Strecken weit überhaupt zugänglich, während die Fortsetzung ganz vom Wasser erfüllt ist. Auch die untere Mündung braucht nicht stets zugänglich zu sein

[1]) Die Trichter, welche sich oberhalb von Klüften bilden, sind durch sichere Kennzeichen von den Einsturztrichtern leicht zu unterscheiden. Diesbezüglich siehe das Capitel: „Oberirdische Erosionserscheinungen."

Sie kann unter dem Meeresniveau liegen, oder bei höher liegenden Quellenmündungen wegen ihrer Syphonform vom Wasser vollkommen erfüllt sein. Theoretisch muß aber stets ein Anfang, ein Verlauf und ein Endpunkt angenommen werden, ob es zugängliche oder unzugängliche Räume betrifft.

Bei der theoretischen Bestimmung des Verlaufes einer unzugänglichen oder einer nur theilweise zugänglichen Höhle kann selbstverständlich nur auf die noch erhaltenen Theile der Höhle Rücksicht genommen werden. Der erfahrene Fachmann vermag aber auch oft noch darüber hinaus eine einstige Fortsetzung der Höhle theoretisch zu reconstruiren und dies ist wohl der größte Triumph, den die Höhlenforschung zu erzielen vermag.

Durch rein theoretische Gründe wurde die Hochwurzenhöhle ober dem Hallstätter-See entdeckt, deren Mündung bis auf einen kaum erkennbaren Zwischenraum verschüttet war. Eine deutliche Erosionsrinne, welche zwischen zwei Steilwänden lag, endete plötzlich und eine Fortsetzung der Erosionsspuren war bergaufwärts nicht zu bemerken. Es wurde daher an jener Stelle nachgegraben, wo die Erosionsspuren in Bruchspuren übersprangen und dort befand sich auch die Oeffnung der Höhle, welche einige Reste von Ursus arctos (brauner Bär) im vorderen Theile enthielt. Auch die große Wasserhöhle (Vršnica) im Račnathale fand Hrasky auf theoretischem Wege, weil alle Anzeichen dafür sprachen, daß in der Nähe sich die Abzugshöhle des Thales befinden müsse. Das Gleiche gilt von den durch Putick künstlich erschlossenen Baron Winkler-Höhlen im Planinathale. Derlei Aufsuchungen sind durchaus keine sogenannten Hußarenstücklein, sondern nur ein Erfolg richtiger Beobachtung und richtiger Deutung der vorhandenen Anzeichen. Noch vor etwa zehn Jahren wäre derlei unmöglich gewesen, weil man die Anzeichen noch nicht genügend kannte und die verschiedenartigen Erscheinungen nicht auseinander zu halten verstand. Schmidl selbst stand noch auf dem Standpunkte, daß die Wasserhöhlen Systeme von Kammern seien, während im Gegentheile angenommen werden muß, daß die Erosion im ganzen Verlaufe der Höhle annähernd gleich gewirkt haben muß. Die Weitungen entstehen dort, wo sich Stauwässer ansammeln und die Corrosion mitwirkt, die Räume zu erweitern. Auch wo weichere mit härteren und wo brüchigere Felspartien mit consistenteren alterniren, müssen sich Weitungen bilden. Das abgelöste Bruchmateriale wird vom Höhlenbache fortgeschwemmt und staut sich in den Engen, wodurch deren Querschnitt noch mehr vermindert wird. Die Tunnelform wird dadurch immer mehr und mehr verwischt, bis sie kaum mehr erkennbar ist[1]).

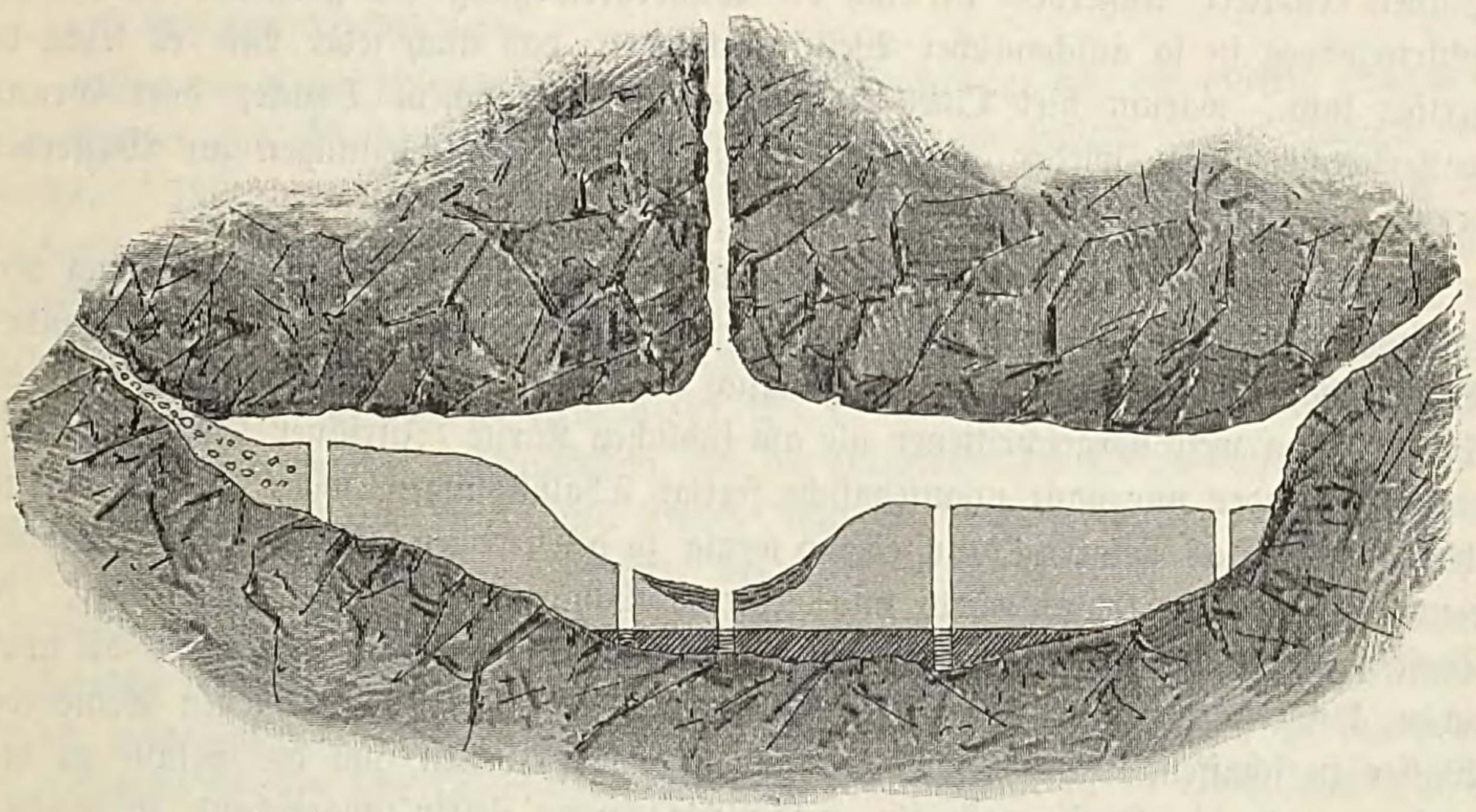
Wie sich Weitungen bilden können, zeigt übrigens deutlich der Durchschnitt nächst dem großen Schlote in der Byčiskala-Höhle, S. 68. An der Vereinigungsstelle dreier bedeutender, durch Erosion zu Schlünden erweiterter Klüfte hat sich ein größerer Raum gebildet, ähnlich wie dies auch an Kreuzungsstellen horizontal verlaufender Gänge der Fall zu sein pflegt. Daß solche Räume, wenn sie eine bedeutende Spannweite besitzen, stark zu Deckenbrüchen neigen, darf nicht Wunder nehmen. Besonders in Wasserhöhlen, in denen bei Hochwasser die Felsen erzittern, lösen sich gerne Felsstücke von der Decke, die aber nicht unterhalb der Abbruchstelle liegen bleiben, sondern

---

[1]) Deckert ist der Ansicht, daß bei den Weitungen die in den Höhlenraum mündenden, die localen Niederschläge zuführenden Klüfte an der Vergrößerung der Räume mitgewirkt haben, was ganz richtig ist, weil durch sie eine Vermehrung der Angriffspunkte für die Erosion und Corrosion geschaffen wird.

durch den mächtigen Schwall fortgeführt und zertrümmert werden, wenn es nicht sehr mächtige Felsblöcke sind. Wer kein Hochwasser in einer Wasserhöhle gesehen hat, der kann sich unmöglich einen Begriff davon machen über die Vorgänge, welche die fortwährende Umformung der Höhlen zur Folge haben. Martel sah ein Hochwasser im Herbste 1893 in den Rekahöhlen, welches nicht einmal sehr bedeutend war, ihm aber doch das Geständniß abnöthigte, daß er nun begreife, wie die Erschütterung der Felsmassen durch die Gewalt des Wassers und durch die Stöße der mitgeführten Blöcke gegen die Wände partielle oder selbst totale Einbrüche der Höhlendecken hervorrufen könne.

Der Techniker, der die Aufgabe hat, eine unwirksam gewordene Drainagehöhle aufzuschließen, darf sich daher durch die momentane Form der Höhle nicht irre führen lassen, die ein Resultat dieser fortwährenden Deformationen ist, und er wird sich die ursprüngliche Form auf dem Papiere reconstruiren und den Wasserlauf wieder in die



Querschnitt durch die Býčískala-Höhle, nächst der hohen Kluft, nach Kříž.

alten Bahnen zurück zu lenken trachten. Dies ist aber nur dann möglich, wenn er die richtigen Principien kennt und wenn er allen falschen Theorien aus dem Wege geht, deren es leider bei der Höhlenkunde nur allzu viele gibt.

Unter allen Höhlengattungen sind die Wasserhöhlen die wichtigsten, denn ihr regelrechtes Functioniren ist von hohem wirthschaftlichen Interesse für die Umgebung. Plötzliche Störungen können sowohl eine Verlangsamung des Abflusses als eine Beschleunigung desselben bewirken, je nach der Natur dieser Störungen. Stauungen im Innern einer Höhle können Wasseraustritte in benachbarten Thälern bewirken und Querschnitterweiterungen können Wasserausbrüche oder zum mindesten Unregelmäßigkeiten in den Abflußverhältnissen bewirken, welche Industrieanlagen schädigen können, die einer möglichst gleichmäßigen Wasserzufuhr bedürfen. Die Art und Weise, wie sich die großen Staubassins in den Höhlen füllen und entleeren können, ist von großer Wichtigkeit, und in dieser Hinsicht ist eine künstliche Nachhilfe sehr häufig geboten. Derartige Erwägungen waren es, welche zum Studium der Wasserhöhlen in der schwäbischen Alb und in Krain führten.

In den Albthälern herrschen bezüglich der Wassercirculation ziemlich analoge Verhältnisse wie am Karste. Die Klüftigkeit der am meisten verbreiteten Gesteine der Juraformation bringt es mit sich, daß sich die Niederschläge rasch in tiefere Horizonte verlieren und daß man Wasser nur in den Thalfurchen findet, während die Höhen wasserarm sind. Nur wo sich der sogenannte Wasserstein" befindet (Basalttuff), dort gibt es auch Wasser auf den Höhen. Die meisten hochgelegenen Orte litten jedoch seit jeher an Wassermangel und mußten sich mit Cisternen und mit teichartigen Anlagen begnügen, in denen das Regenwasser gesammelt wurde (Hühlen). Um diesen Orten gesünderes Trinkwasser zuzuführen, verwendete man die Wasserkraft der Quellbäche in den Thälern, und pumpte mit Hilfe derselben vortreffliches Trinkwasser auf die Höhen hinauf. Ausführliches hierüber findet man im Berichte von Oberbaurath Dr. v. Ehmann (Stuttgart, ohne Jahreszahl, 1881?), welches im Verlage von Greiner & Pfeiffer erschienen ist. In diesem musterhaften Berichte ist das ganze System der Wasserversorgung der Alb ausführlich beschrieben und mit Karten und Plänen erläutert. Außerdem ist auch die Wasserversorgung der größeren Städte von Württemberg in so anschaulicher Weise geschildert, daß auch jeder Laie es leicht begreifen kann, warum hier Quellenleitungen mit natürlichem Drucke, dort Grundwasserleitungen und wieder anderswo Fluß- oder Seewasserleitungen zur Wasserversorgung herangezogen werden mußten.

Für die Wasserversorgung der Karstländer gibt die Alb-Wasserversorgung vortreffliche Fingerzeige. Wasser fehlt am Karste ebenso wenig wie in den Albgegenden. Es ist aber zumeist noch weniger zugänglich als dort. Der Thalbildungsproceß der Alb ist schon weit vorgeschrittener als am südlichen Karste (Istrianer Karst), wo man noch keine, oder nur ganz unansehnliche fertige Thalbildungen, wie z. B. das Recinathal, findet. Das Rekathal kann ebenso wenig zu den fertigen Thälern gezählt werden, denn ersteres geht thalaufwärts und letzteres thalabwärts in eine Höhle über. An Kraft, um Pumpwerke zu treiben, fehlt es den Karstflüssen nicht. Besonders die nördlichen könnten für den Zweck herangezogen werden, den hochgelegenen Gemeinden Wasser zu schaffen. Dazu bedürfte es nur geringer Arbeiten, um die Gefälle zu vergrößern und die Kraft auch für niederschlagsarme Zeiten ausreichend zu machen. Selbst für so hoch gelegene Orte, wie z. B. Illovagora, würde die Wasserversorgung möglich werden, wo man heute nur Cisternen- und Pfützenwasser zu verwenden gezwungen ist. Die Höhlen selbst würden als Reservoire verwendet werden können, wie dies ja durch Einbauten leicht möglich ist, und von diesen Reservoiren könnte man das Wasser durch Röhren zu den Turbinen und Pumpen leiten.

Betrachtet man beispielsweise nur die großartige Wasserkraft, welche die aus der Kleinhäuslerhöhle entströmende Poik zu liefern im Stande ist, so kann man durch sie enorme Wasserquantitäten auf solche Höhen hinaufschaffen, daß eine Vertheilung über alle südlicheren Gemeinden möglich ist, die auf Höhen von circa 700 Meter liegen.

Bei der Alb-Wasserversorgung beträgt die mittlere Höhe, bis zu welcher die Pumpen das Wasser zu heben haben, im Mittel 265 Meter. Die Mündung der Kleinhäuslerhöhle liegt 453 Meter über dem Meeresspiegel. Unter gleichen Druckverhältnissen könnte das Vertheilungsreservoir auf eine Höhe von 718 Meter errichtet werden. Eine solche Höhe wäre aber nirgends zu überwinden, selbst wenn man den Röhrenstrang bis Divacca leiten wollte. Die Leistung der Alb-Wasserversorgung bietet für ein Project der Karst-Wasserversorgung einige werthvolle Anhaltspunkte.

Station	Pferdekräfte	Größte Förderhöhen	Tägliche Leistung	Arbeitszeit
		Meter	Hektoliter	Stunden
I. Eybthal*)	65—70	245 / 282	4050	12
II. Filsthal	48—50	305	4050	15
III. Blautopf*)	25	180 / 255	?	?
IV. Blaubeuerer Lauterthal*)	?	117 / 200	?	?
V. Filsthal	?	310	?	?
VI. Münsinger Lauterthal	16—18	175	4000	20—22
VII. Aachthal	?	265	?	?
VIII. Untere Schmiech-Gruppe	22—25	200	5000	24
IX. Obere Schmiech-Gruppe*)	18	173 / 230	1750	14

*) Mit zwei Druckleitungen.

Von den Hoch-Reservoirs zweigen die Röhrenstränge ab, die mittelst Syphons alle Thäler und Mulden übersetzen. Aquäducte sind der Kosten wegen überall vermieden. Das in den Thälern entspringende Wasser versorgt aus eigener Kraft die hochgelegenen Plateaudörfer mit Trinkwasser. An geeigneten Flüssen fehlt es in allen Karstdistricten nicht und es gibt deren vielleicht noch eine große Anzahl, die man bis heute gar nicht kennt, die aber dienstbar gemacht werden könnten. Die zahlreichen submarinen Quellen liefern den Beweis für ihre Existenz und es ist einer systematischen Erforschung vorbehalten, nachzuweisen, wo die entsprechenden Wasserläufe liegen. Daß man hierbei vorzüglich die großen Bruch- und Verwerfungsspalten im Auge haben müsse, ist für jeden Fachmann evident, denn diese sind es ja, in denen die Wassercirculation schon deshalb vorzugsweise stattfinden muß, weil diese in großen Tiefen reichenden bedeutendsten unter den Klüften, der Wassercirculation am wenigsten Widerstand entgegensetzen. Die Erweiterung zu förmlichen Drainagehöhlen ist durch das circulirende Wasser sehr begünstigt, aber auch der Nachfall ist in einer solchen Höhle eine natürliche Consequenz der Entstehung durch Verwerfung, die zumeist von einer Zermalmung oder Zertrümmerung der Gesteine an den Bruchflächen begleitet wird. Zur Wasserversorgung von Küstenorten sind Strandquellen, die aus Verwerfungsklüften entspringen, häufig herangezogen worden. (Triest, Pola, Abbazia). Das Wasser ist jedoch größtentheils etwas brakisch und daher nicht angenehm schmeckend, besonders wenn es durch Pumpen gehoben wird und nicht frei ausläuft.

In technischer Hinsicht sind daher sehr verschiedenartige Aufgaben zu lösen. Die Entwässerrng der Kesselthäler durch Wiederherstellung der unterbrochenen Communicationen mit den Abflußhöhlen ist ganz verschieden von der Wasserversorgung. In beiden Fällen aber handelt es sich um die Aufsuchung von Höhlen oder Spalten, welche dem Zwecke dienstbar gemacht werden können. Uebrigens ist die Wasserversorgung von tiefgelegenen Orten nach ganz anderen Principien zu lösen, als jene von hochgelegenen. Aber auch hier handelt es sich vor Allem, das trinkbare Wasser aufzusuchen. Bei hochgelegenen Orten kommt selbstverständlich auch die Beschaffung der motorischen Kraft dazu, welche die unterirdischen Flußläufe liefern können.

Zum Schlusse dieses Capitels kann eine Bemerkung nicht umgangen werden. Es scheint fast unglaublich, daß sich auch in Schwemmland Höhlen bilden können,

dieselben können aber selbstverständlich nur von kurzer Dauer sein. Sie entstehen durch Wasserläufe und brauchen festere Lagen als schützende Decke. Festere Bänke bilden sich im Kalkschotter leicht durch die Infiltration kohlensäurehaltigen Wassers, und unter ihnen trifft man auch die höchst seltenen Wasserhöhlen im Schotterterrain. Zwischen Attnang und Gmunden liegt unweit der Wasenmeisterei die Wankhamer Höhle in einer vom Aurachflusse stark angegriffenen wandartigen Böschung des Diluvialschotters. Nach älteren Nachrichten (Sartori, Pillwein) soll sie früher bedeutende Dimensionen besessen haben, die aber stark übertrieben erscheinen, weil die Höhe des Plateaus nicht bedeutend ist und für eine so große Höhle der Raum gar nicht vorhanden wäre. Gelegentlich des Baues der nahen Eisenbahnstrecke soll übrigens zur Gewinnung der die Decke bildenden festeren, conglomeratartigen Bank, der größere Theil der Höhle zerstört worden sein. Was davon noch übrig ist, hat nur 1—1½ Meter Höhe, aber gegen 5 Meter Breite. An der Decke hat sich eine schwache Tropfsteinschichte abgesetzt. Das Ende wird immer enger und niedriger und ist durch einen den ganzen Raum ausfüllenden Tropfsteinblock abgeschlossen. Daß circulirendes Wasser auch in Sanden Hohlräume bilden kann, wenn eine dieselben schützende Decke vorhanden ist, dafür hat man viele Beispiele. Nach einer Mittheilung des Bohrtechnikers Latzel (in Wien) fand er am Grunde eines Brunnens einer Brauerei, der stark in Anspruch genommen war, große Hohlräume, die eine Senkung des Mauerwerkes befürchten ließen. Auch die bekannten Senkungen in Schneidemühl sind durch die mechanische Ausspülung der Sande am Grunde des ominösen Bohrbrunnens entstanden. Der Mangel einer festen Decke hat die Nachbrüche hervorgerufen.

C. Trockene Grotten.

Solche Erosionshöhlen, in denen kein Wasser mehr circulirt — sei es daß der Zulauf verlegt wurde, oder daß sich das Wasser einen anderen, leichteren Ausweg gesucht hat — werden zu trockenen Höhlen (Grotten). Schmidl nannte sie Grotten, zum Unterschiede von den Wasserhöhlen, diese Bezeichnung ist aber nicht allgemein verständlich, weil man im Publicum darunter zumeist nischenartige Halbhöhlen versteht[1]). Trotzdem hat sich die Bezeichnung „Grotte" für trockene Höhlen zum mindesten in engerem Kreise eingebürgert und es ist kein Grund vorhanden, eine neue Bezeichnung dafür einführen zu wollen, weil der Name doch Nebensache ist und weil das Wort „Grotte" ohnedies bei den Halbhöhlen (Nischenhöhlen) noch weniger passend ist.

G r o t t e n sind also m e h r o d e r w e n i g e r h o r i z o n t a l v e r l a u f e n d e, t r o c k e n e H ö h l e n und man pflegt daher zumeist die horizontalen Tunnelhöhlen, oder jene mit nicht allzu steilen Gefällen als solche zu bezeichnen. Es mag wohl von den künstlich mit Tuff- oder Tropfsteinen ausgekleideten Gartengrotten herstammen, daß man vorzugsweise die mit Tropfstein ausgekleideten Höhlen „Grotten" zu nennen pflegt, während minder schöne häufig nur als Höhlen bezeichnet werden.

[1]) Auch Fruhwirth versteht unter der Bezeichnung „Grotten" die Halbhöhlen oder Nischenhöhlen. Diese Bezeichnung hat aber für die Nischenhöhlen keine allgemeine Geltung bisher erlangt. Dr. Carl Endriß nennt kürzere Höhlen „Grotten" und unterscheidet zwischen „Quellgrotten" und „Quellbachhöhlen".

Die künstlichen Gartengrotten haben aber jedenfalls ihren Namen von den natürlichen, die sie imitiren sollten, und darum ist die Bezeichnung „Grotte" jedenfalls schon ziemlich alt. (Die Adelsberger Grotte wird schon seit mehr als 300 Jahren Grotte genannt.)

Unter den Grotten ist die Adelsberger die berühmteste in Europa wegen ihrer Ausdehnung und wegen des Reichthums an Tropfsteinauskleidung. Ihre Concurrentin, die Agteleker Höhle, wird nie als Grotte bezeichnet, denn sie ist eine Wasserhöhle mit reichem Tropfsteinschmucke, welche bisher als die größte von Europa galt, trotzdem nur ein Theil derselben erschlossen ist[1]). Sehr berühmte Grotten gibt es auch in Frankreich und in der Schweiz in großer Menge, u. zw. in Frankreich die Grotte de Saint Marcel (Ardèche). Grotte des fées (bei Ganges, Hérault), Grotte de Sassenage (Isère), welche der Sage nach der Aufenthalt der Fee Melusine gewesen sein soll und noch viele andere, von denen theilweise noch später die Rede sein wird. In der Schweiz findet man die Bezeichnung Grotte seltener, sie kommt aber doch, wie z. B. bei der Grotte de fées (nächst St. Maurice) vor. Dafür ist die Bezeichnung „Balme" oder „Loch" um so häufiger. (Bruderbalm am Rigi, Schafloch im Rothhorn ꝛc.) Auch Caverne (Höhle) wird oft angewendet (Caverne de St. Georges nächst dem Genfersee; Vergiberghöhle, Eishöhle in derselben Gegend). In Spanien wendet man nur den Ausdruck „Cueva", in Catalonien „Cova" an und in Portugal „Cava". (Cueva de la muger bei Granada, Covas de Arta auf Minorka, Cava grande im Thale von Alcantara, auch Cava rasta und Cava cavouqueria genannt, letzteres heißt Steinbrecherhöhle). In England wird Cave oder Hole häufig angewendet, dagegen wird „Grotta" in Italien zumeist für alle Arten von Höhlen als Bezeichnung gebraucht. Der russische Ausdruck ist „Petschora", der südslavische „Jama" oder „Luknja", im südöstlichen Istrianer Karste heißt man die Grotten „Pečina" (Sparozna-pečina und Cerjenceva-pečina bei Castua).

Die Baumannshöhle und die Hermannshöhle bei Rübeland im Harz sind Tropfsteingrotten, welche zu den berühmtesten in Deutschland gehören. Ihr Name zeigt deutlich, daß bezüglich der Benennung noch eine ziemliche Willkürlichkeit besteht. Die Krausgrotte bei Gams in Steiermark trägt dagegen ihren Namen mit Recht, denn sie ist eine Gipskrystallgrotte. Schon dem Sprachgebrauche nach würde es Niemand einfallen Tropfsteinhöhle oder Gipskrystallhöhle zu sagen, nur in der wissenschaftlichen Nomenclatur kehrt man sich nicht daran und bezeichnet heterogene Dinge mit demselben Namen. In Deutschland hat sich das Wort „Grotte" übrigens niemals allgemein eingebürgert. Man trifft stets nur die Bezeichnungen: Höhle, Loch und weit seltener Kirche (Gaiskirch, Klauskirch, Teufelskirche im Franken-Jura). Nur seichte Höhlen bis zu etwa 30 Meter Tiefe werden mitunter Grotten genannt. Daß sich im Süden Oesterreichs der Ausdruck Grotte mehr eingebürgert hat, kommt wohl von der Nachbarschaft Italiens her. Als Unterscheidung von Wasserhöhlen ist das Wort immerhin acceptabel und verdiente allgemeiner eingeführt zu werden.

Die trockenen Höhlen (Grotten) haben als Sehenswürdigkeiten stets die größte Aufmerksamkeit unter allen Höhlenarten auf sich gelenkt und erfreuten sich oft massenhaften Besuches. Darum wurden viele davon auch mit großen Kosten gangbar gemacht. Manche dieser Anlagen sind freilich wieder verfallen, weil die erwarteten Besucher ausblieben, oder weil die Grotten devastirt wurden, wie z. B. die Mag-

[1]) Durch die Entdeckungen im September 1893 übertrifft die Länge der bekannten Gänge in der Adelsberger Grotte nun jene der Agteleker Höhle um ein Bedeutendes.

dalenagrotte bei Adelsberg, die in Folge einer Verwechslung zu ihrem Namen gekommen ist und eigentlich „schwarze Grotte" (slovenisch „černa jama") heißt. Die eigentliche Magdalenagrotte[1]) liegt unweit davon im Magdalenaberge; sie beginnt mit einem in zwei Etagen zerfallenden senkrechten Erosionsschlunde, dessen Gesammttiefe auf 51 Meter (36 + 15) angegeben wird, der zuerst in einen Gang und durch diesen in eine Wasserhöhle führt, in welcher der Poikfluß fließt. Diese Wasserhöhle steht einerseits mit der Ottokergrotte in Verbindung und soll von der Piuka jama (Poikhöhle) nur durch den Schuttkegel der Rouglovca (eines großen Einsturzschlundes) getrennt sein. Die Černa jama enthielt früher noch reiche Tropfsteingebilde und wird nur zeitweise überfluthet. Die Magdalenagrotte verdient den Namen Grotte nicht, denn sie ist nur ein Theil der Wasserhöhle des Poikflusses.

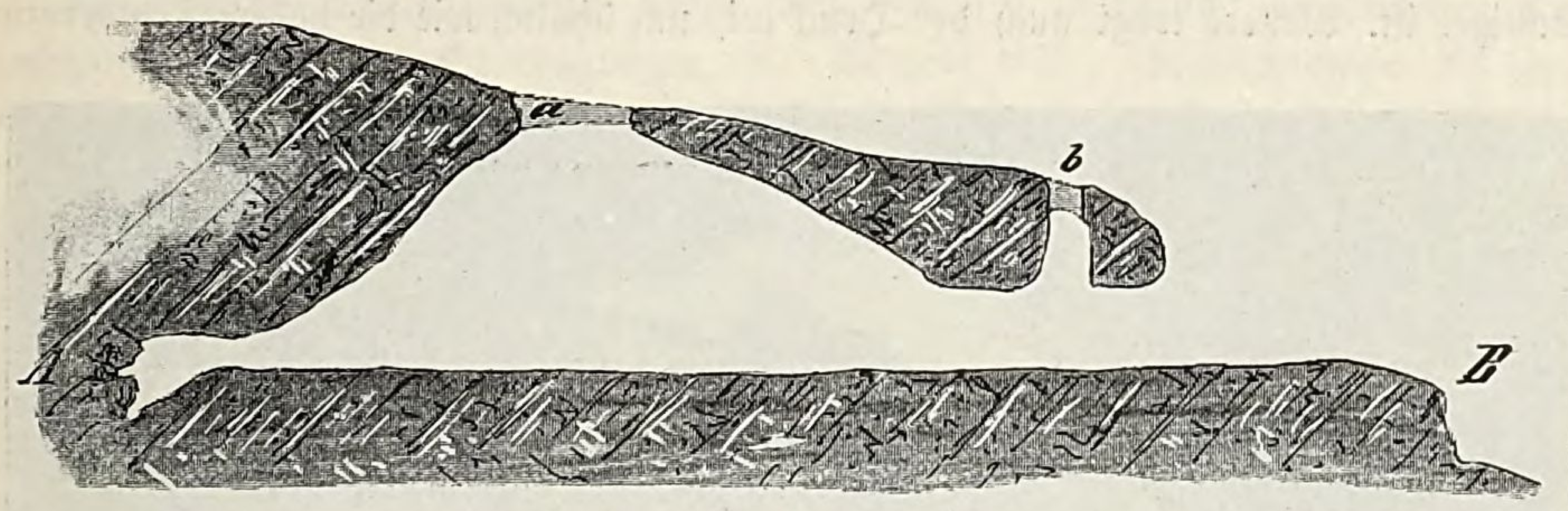
Von den trockenen Grotten gilt bezüglich ihrer Bildung das im Capitel der Wasserhöhlen bereits Erwähnte. Sie sind ehemalige Wasserhöhlen, in denen der Wasserlauf ausgeblieben ist und in die nur mehr jenes Quantum von Wasser gelangt, welches durch die Decke nach Niederschlägen sickert, oder welches in Form von Stauwasser aus benachbarten Wasserhöhlen in dieselben dringt. Von der Mächtigkeit der Decke und von der Beschaffenheit des die Höhle überlagernden Materials hängt es ab, ob eine Tropfsteinbildung stattfindet und welcher Art dieselbe ist. Bei dünnen Decken, die ihrerseits durch keine Humusüberlagerung geschützt sind, muß der Infiltrationsproceß ein viel zu rasch verlaufender sein, als daß eine intensivere chemische Lösung des Gesteines platzgreifen kann. Trotzdem kommt es vor, daß mehr mechanisch losgelöste staubartige Partikelchen mitgeschwemmt werden und an den Höhlenwänden als kalkiger Schlamm kleben bleiben, wo sie nach dem Aufhören des Zuflusses zu einer weißlichen Masse erhärten, die auf der Oberfläche plastisch ist und im Innern nach und nach durch fortwährendes Tränken mit dem schwach kalkhältigen Tropfwasser im Verlaufe der Zeit krystallinisch wird und feste schalige Ueberzüge unter der weichen, porösen und schwammigen Bergmilchschichte bildet. Auch im erhärteten Zustande bleibt eine zelligstängelige Structur zurück. Professor Dr. J. H. Kloos (in Braunschweig) hat Bergmilch-Absätze mikroskopisch untersucht und bei 500facher Vergrößerung deutlich eine Verwebung kleinster Nadeln und Stäbchen erkannt, von denen die größten kaum 0·3 Millimeter lang waren. Es läge somit auch ein Absatz von krystallisirtem Kalkcarbonat vor, was jedoch nicht ausschließt, daß auch Combinationen von anschießenden Krystallen, die mit Kalkschlick vermischt sind, vorkommen können, wodurch das äußere Ansehen nicht verändert zu werden braucht.

Der Absatz von Tropfstein wird auch bei mächtigen Decken verringert, wenn die Klüfte zu weit sind, um einen langsamen Sickerproceß zu gestatten. In Höhlen mit genügender Wetterführung (Ventilation) wird die Tropfsteinbildung rascher vor sich gehen als in solchen, in denen die Luft sich nur langsam erneuert. Auch in solchen Höhlen, in denen die Luft mit Feuchtigkeit stark gesättigt ist, wird der Tropfsteinbildungsproceß wesentlich gehemmt. Darum findet man in Wasserhöhlen und in

[1]) Nachdem die schwarze Grotte auf allen Karten und in allen wissenschaftlichen Werken bereits unter dem Namen Magdalenagrotte figurirt, so dürfte es besser sein, ihr diesen Namen mit dem ortsüblichen Beinamen „Černa jama" zu belassen. Um Verwechslungen vorzubeugen, wird der Höhle im Magdalenaberge künftig kein eigener Name beigelegt werden; der Einstieg zu derselben wird schon jetzt in der neueren Literatur als Magdalenaschacht bezeichnet. Für den schwer zugänglichen kurzen Gang am Grunde des Schachtes, der zum unterirdischen Poiklaufe führt, ist ein eigener Name wohl nicht nöthig.

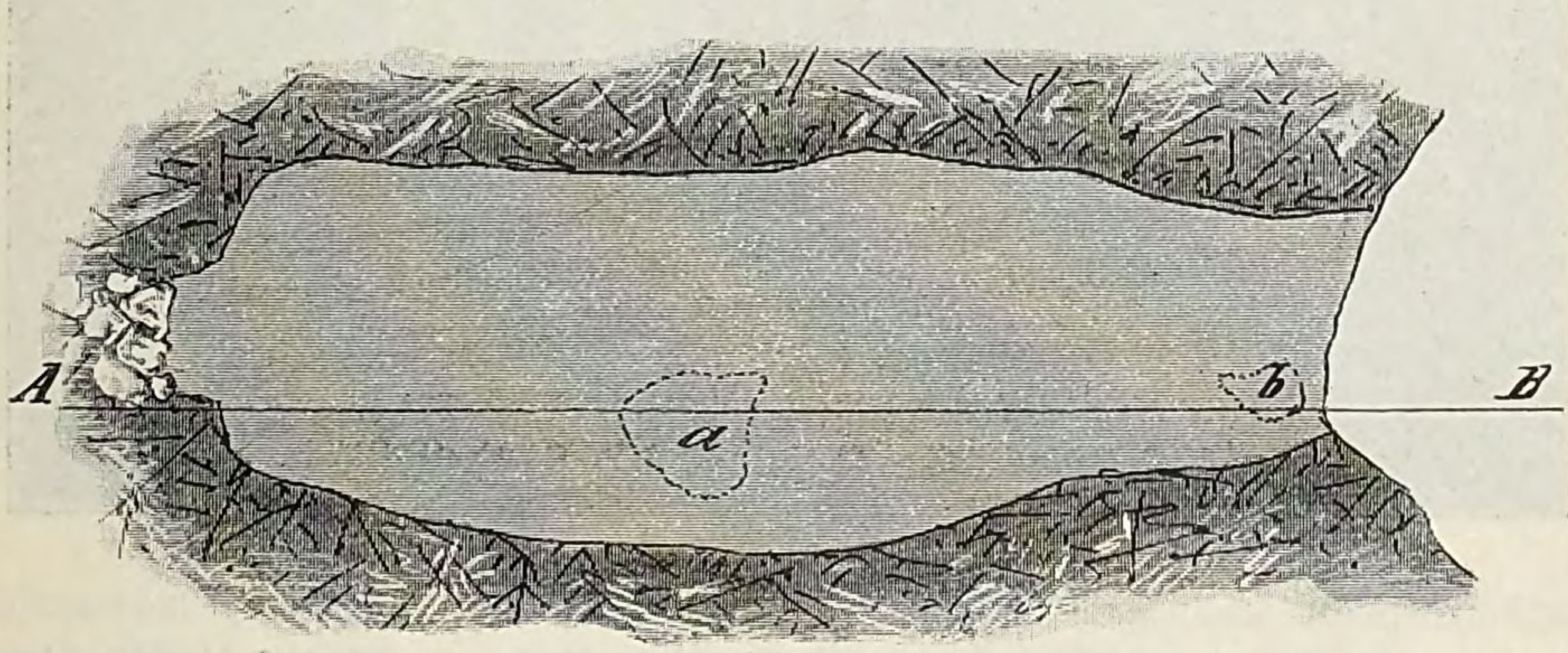
Eishöhlen nur selten, und größtentheils nur unansehnliche Tropfsteinbildungen[1]). Stets spielt aber der Kohlensäuregehalt des Infiltrationswassers eine Hauptrolle. Es darf aber der Beobachter auch auf die Nebenumstände nie vergessen, welche manche Abnormität im Verlaufe des Tropfsteinbildungsprocesses erklären können.

Schöne Tropfsteinbildungen bedingen also ein stark kohlensäurehaltiges Wasser, dessen Lösungskraft weit bedeutender ist als jene des kohlensäurearmen (siehe S. 43). Allerdings nimmt das Meteorwasser während seines Falles bis zur Erdoberfläche eine gewisse Menge von Kohlensäure auf, die aber nicht überall gleich ist. In Städten



Lantscharieuz-Grotte (Längsschnitt).

ist sie größer als auf dem Lande, in tieferen Lagen ist sie größer als in hohen. Dieses Quantum ist jedoch nicht genügend, um das Regenwasser so weit mit Kohlensäure zu sättigen, daß es so viel Kalk aufzunehmen vermag, um Tropfsteine zu bilden, wie wir sie zu sehen gewohnt sind, in mächtigen bis an die Decke reichenden Säulen



Lantscharieuz-Grotte (Grundriß).

und allerlei abenteuerlichen Gestalten. Dazu bedarf es noch eines Mediums, welches das Wasser kohlensäurereicher zu machen vermag und dieses ist der Humus. Muß das Regenwasser, bevor es die Gesteinsspalten erreicht, eine Schichte von Humus passiren, so wird es kohlensäurereicher und seine Lösungskraft kann auf mehr als das Zehnfache steigen gegenüber dem reinen oder dem kohlensäurearmen Wasser. Auch die Temperatur ist maßgebend für die Lösungskraft. Man weiß es ja längst, daß die

[1]) Die Agtelekerhöhle hat, trotzdem sie eine Wasserhöhle ist, reichen Tropfsteinschmuck in den trockenen Theilen, was durch die von K. Münnich nachgewiesenen zahlreichen Communicationen mit der Oberwelt durch Klüfte, welche die Verdunstung befördern, sich ganz gut erklären läßt.

Thermalwässer um so größere Mengen von festen Bestandtheilen zu lösen vermögen, je wärmer sie sind[1]).

Eine theilweise Sättigung mit Salzen beeinträchtigt jedoch andererseits wieder die Lösungskraft. Aber selbst kohlensäurereiche Wässer vermögen keine Tropfsteinbildungen zu erzeugen, wenn die Decke der Höhle sehr dünn ist. Die kleine Grotte Lantscharieuz (slovenisch Lanžarevec geschrieben) nächst Adelsberg hatte, wie man es an der Einbruchstelle bemerken kann, eine Decke, deren Dicke nur 40—50 Centimeter betrug und sie ist daher tropfsteinarm, dagegen ist die unter einem ganz ähnlichen Terrain gelegene nahe Ottoker Grotte sehr reich an Tropfsteinen, weil ihre Decke weit mächtiger ist. Weiters trägt auch der Druck bei, um ähnlich wie die höhere Temperatur



Inneres der Lantscharieuz-Grotte mit dem Deckenbruche.

die Lösungskraft des Wassers zu steigern. Diesbezüglich kann auch auf die, allerdings zu einem anderen Zwecke, unternommenen experimentellen Versuche von Blümke und Finsterwalder hingewiesen werden[2]).

Man sieht hieraus, daß die Bildung von Tropfstein von mancherlei Vorbedingungen abhängt. Die Sache complicirt sich aber noch durch den Umstand, daß zur Bildung eines Absatzes es auch erforderlich ist, daß eine theilweise Verdunstung

[1]) Deckert schreibt den verhältnißmäßig hohen Temperaturen der Quellwässer in Nordamerika (besonders in Florida, wo sie circa 22° C. im Mittel betragen) die stärkere Erosionskraft zu, durch welche es möglich wurde, die amerikanischen Riesenhöhlen zu bilden.

[2]) „Wie erodiren die Gletscher?" Von Dr. S. Finsterwalder. „Jahrbuch des deutschen und österreichischen Alpenvereines", Wien 1891, S. 75.

des kalkgesättigten Wassers eintreten kann, wodurch der Rest übersättigt und zur Deponirung jener Menge gezwungen wird, welche nicht mehr in Lösung erhalten werden kann. Die Verdunstung ist dann nicht unbedingt erforderlich, wenn das Wasser durch starken Druck durch enge Spalten von mächtigen Decken gepreßt wird und schon übersättigt in die Höhle gelangt. Dort hört der Druck plötzlich auf und jenes Quantum von gelöstem Kalke, welches die normale Menge übersteigt, die auch ohne Druck in Lösung erhalten werden kann, muß abgesetzt werden. Tritt eine Verdunstung hinzu, so wird die Tropfsteinbildung in diesem Falle um so rascher vor sich gehen.

Die Farbe der Tropfsteine hängt von den mit in Lösung gekommenen oder mechanisch mitgeführten Beimengungen ab. Es gibt trübe, undurchsichtige bis ganz wasserklare Tropfsteine von eisartigem Aussehen. Zumeist herrscht eine gelbliche, von



Obere Mündung des Deckenbruches in der Lantscharieux-Grotte, nach einer Photographie von Schäber.

Eisenoxydul herrührende Farbe vor. Durch mechanisch mitgeführte Lehmpartikelchen (dem unlöslichen Theile der Kalkgesteine) entstehen undurchsichtige gelbliche oder bräunliche Tropfsteine, durch feinen Kalkschlamm undurchsichtige weiße. Die schönen wasserklaren Tropfsteine sind eine große Seltenheit. Einige wenige Exemplare hiervon befinden sich in der dem großen Publicum nicht zugänglichen Erzherzog Johann Grotte (einem Seitengange der Adelsberger Grotte). Farbe und Glanz hängen daher hauptsächlich von der Beschaffenheit, respective Reinheit des gelösten Gesteines ab. In Höhlen, die zeitweilig ganz mit Wasser angefüllt werden, setzen sich oft ganz merkwürdige korallenförmige Gebilde an die vorhandenen Tropfsteine an. Mitunter enden sie mit ausgebildeten Krystallen, wie in der Kronprinz Rudolf-Grotte bei Divacca (am Görzer Karst). In Tropfwassertümpeln findet man auch schön auskrystallisirte Calcitbildungen, von denen die schönsten aus der neuentdeckten Wasserhöhle von Padirac, aus

der Grotte von St. Marcel (beide in Frankreich), und aus dem erst 1891 entdeckten Seitengange nächst der Mariannengrotte (Seitengrotte der Adelsberger Grotte) stammen dürften. Eine der merkwürdigsten Bildungen sind jedoch die höchst seltenen Tropfsteinperlen, die man nur in kleinen Schalen findet, in welche ein Strahl von kalkgesättigtem Wasser permanent von einer größeren Höhe herabfällt. Kleine Staub- oder Lehmtheilchen werden durch die Gewalt des starken Falles fortwährend in Bewegung erhalten und überziehen sich mit Rinden von Tropfsteinmasse, ähnlich wie die bekannten Erbsensteine in den heißen Quellen von Karlsbad[1]). Ihr Durchschnitt zeigt im Schliffe die schalenförmige Structur und den fremden Körper im Centrum. Das k. k. naturhistorische Hofmuseum in Wien besitzt einige so präparirte Exemplare,



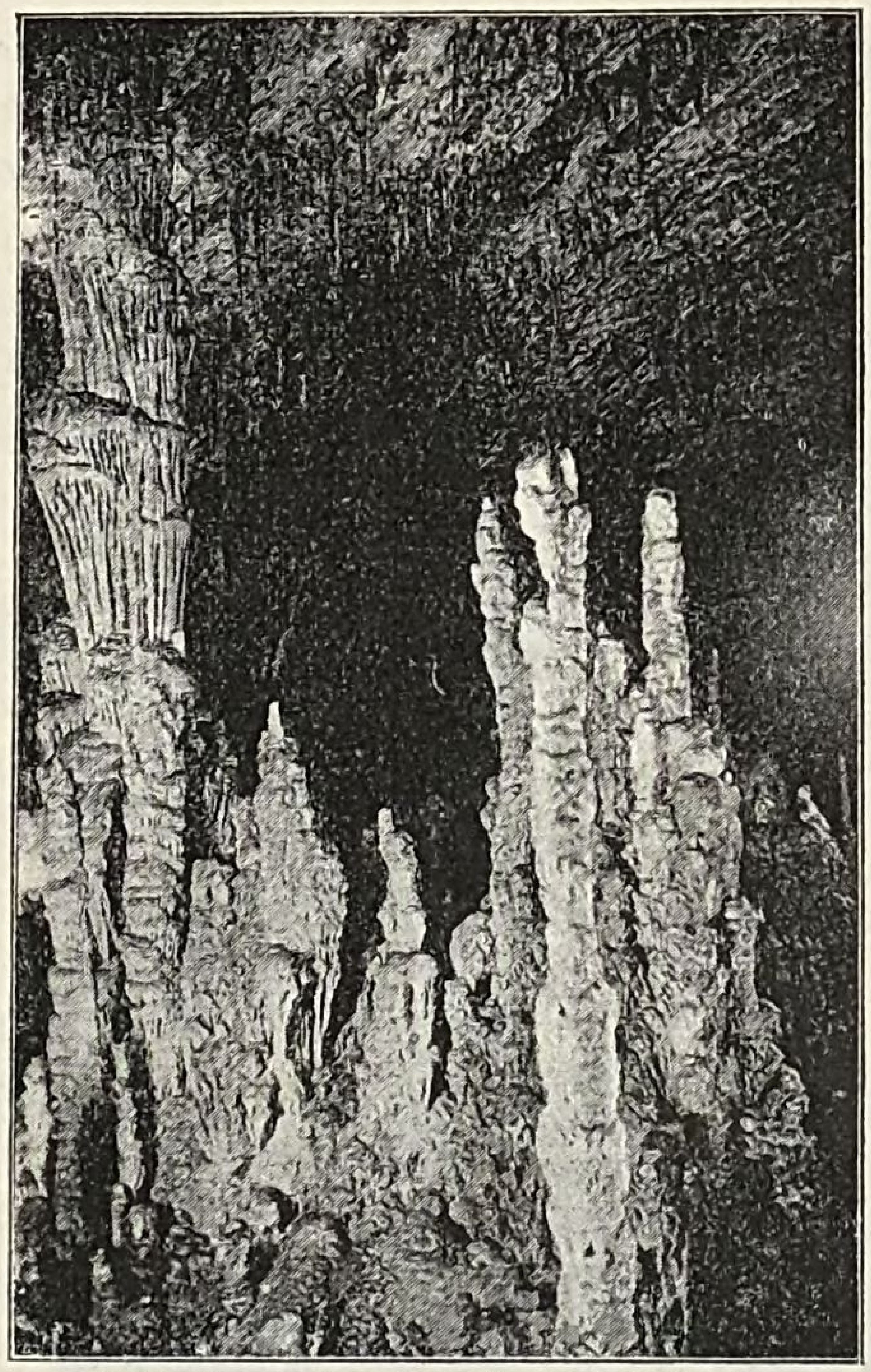
Stalaktiten aus der Slouper Höhle nach einer Photographie von Dr. Kříž.

welche vom Ingenieur Putick aus der Tiefe des schauerlichen Schlundes der Gradišnica gelegentlich der geodätischen Aufnahme dieser im Ganzen 225 Meter tiefen Etagenhöhle heraufgeholt worden sind. Die Bildung dieser sogenannten Tropfsteinperlen, deren Oberfläche durch die fortwährende Friction einen porzellanartigen Glanz besitzt, wurde erst vor Kurzem von einem Fachmanne beschrieben, der wohl die Durchschnitte nicht zu Gesichte bekommen hat, denn er erklärte sie für abgeriebene Steinchen, was sie, wie aus Vorstehendem ersichtlich ist, schon ihrer Structur wegen nicht sein können. Zu erwähnen wären noch die verzerrten Tropfsteine am Eingange

[1]) In Haidinger's „Handbuch der bestimmenden Mineralogie", Wien 1845, wird der Vorgang bereits auf ähnliche Weise (S. 289) erklärt.

der Tominzgrotte (in der großen Reka Doline bei St. Canzian am Karste), welche ihre abnorme Form dadurch erhalten haben, daß der Wind die herabrieselnden Tropfen nach einer Seite treibt, wodurch das Wachsthum anstatt nach senkrechter, in fast horizontaler Richtung erfolgt. Abgebrochene Tropfsteinröhrchen, welche im Wasser forttransportirt wurden, erhalten das Ansehen von durchlöcherten runden oder oblongen Perlen, sind aber leicht als Rollstücke erkennbar. Derlei Perlen kommen im Bergmandelloche bei Gams in Obersteiermark vor, u. zw. ausschließlich im Höhlenbache, welcher in der tiefsten Etage fließt. Derlei Perlen sind ebenfalls sehr selten.

Die Tropfsteine bilden sich sowohl an der Decke, als am Boden und an den Wänden von Höhlen und höhlenartigen Hohlräumen. In alten Bergwerken, unter den Bogen von steinernen Brücken und in Eisenbahn-Tunnels hat man schon vielfach Tropfsteinbildungen bemerkt. Die frei von der Decke herabhängenden Tropfsteine nennt man Stalaktiten, die correspondirenden am Boden Stalagmiten[1]). Erstere entstehen durch das aus den Ritzen des Gesteines sickernde kalkhältige Wasser, und beginnen stets mit einem Röhrchen von Bleistiftdicke, an dessen Ende Tropfen um Tropfen herabfällt. Aus diesem Tropfwasser, welches schon einen Theil seines Kalkgehaltes an den Stalaktiten abgegeben hat, entstehen die vom Boden emporwachsenden Stalagmiten, welche dicht, d. h. ohne den erwähnten Tropfwassercanal in der Mitte sind. Abgebrochene Stücke sind daher schon hieraus leicht zu unterscheiden, weiters durch die Form ihrer Enden, die bei den Stalaktiten mehr spitz und bei den Stalagmiten durch das Auffallen der Tropfen mehr breit auslaufen und zumeist eine kleine Vertiefung zeigen.



Stalagmiten in der Kronprinz Rudolf-Grotte.

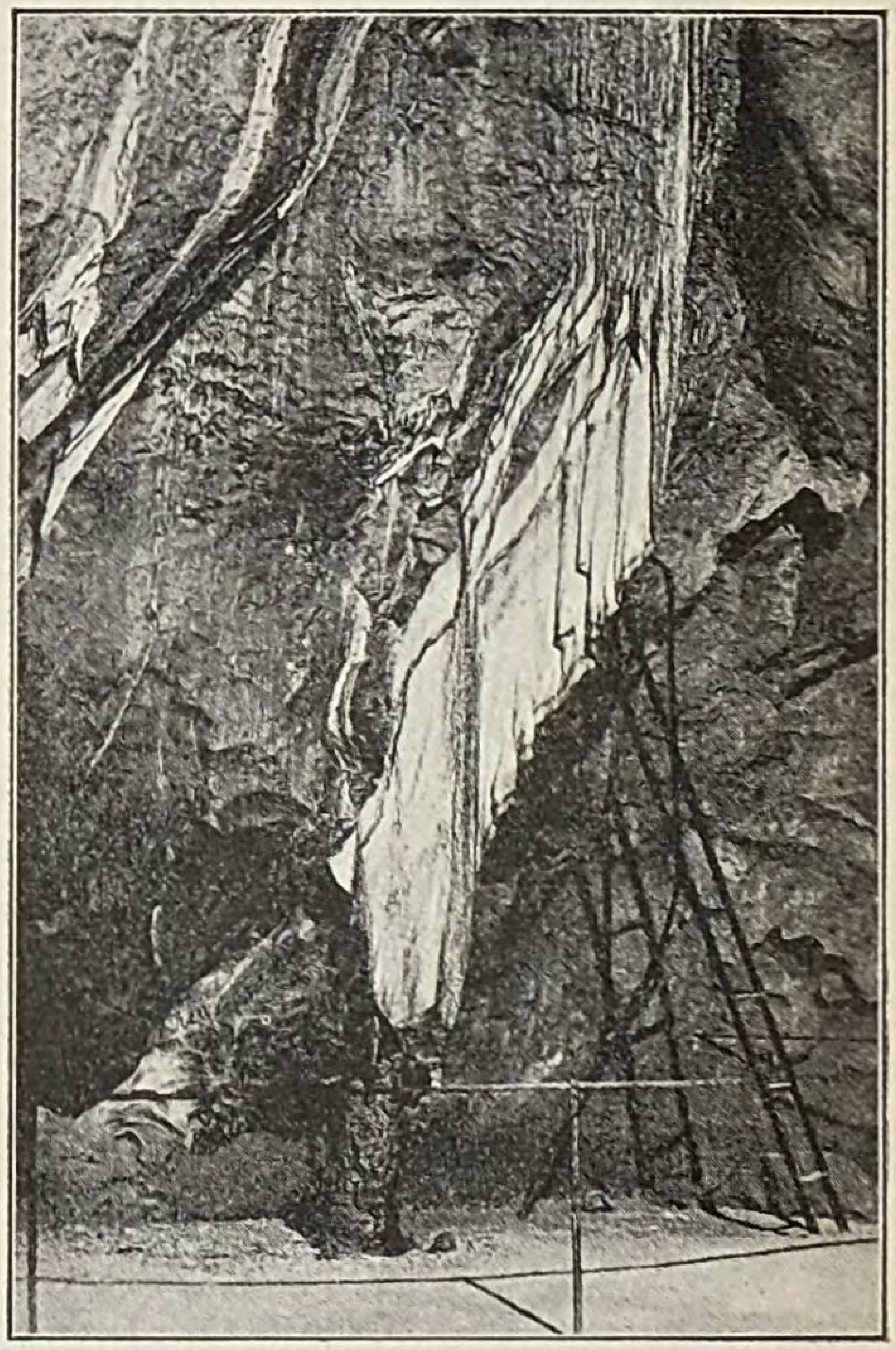
An schrägen Deckenpartien rinnt der aus der Kluft herauskommende Tropfen wohl auch eine Strecke der Wand entlang, bis er an einer vorspringenden Ecke frei herabfällt. Auf seinem ganzen Wege setzt er Kalk ab und auf diese Weise bilden sich die sogenannten Vorhänge oder Draperien, die, wie der berühmte Adelsberger Vorhang, auch verschiedenfarbig gebändert aussehen können, was davon herrührt, daß, je nach der Quantität der Niederschläge, einmal mehr und ein andermal weniger fremde Bestandtheile gelöst werden oder daß das infiltrirte Wasser Felspartien angreift, welche eine andere chemische Zusammensetzung haben. Das Gleiche gilt von den Stalaktiten, Stalagmiten und Ueberrindungen an den Seitenwänden. Ihre Färbung bleibt sich nicht immer gleich und ein Stalagmit mit schalenförmiger Structur in der Höhle der Doline Kršelivka, welcher von einem Tropfsteinhändler angeschlagen und theilweise zertrümmert worden

[1]) Stalaktiten von σταλακτός = tröpfelnd, und Stalagmiten von σταλαγμός = das Getröpfel.

ist, zeigt deutlich, daß seine Schalen in der Farbe fortwährend gewechselt haben. Diese wechselt vom Weiß in's Gelbliche bis zum Bräunlichen, wobei die weiße Färbung häufig wiederkehrt. Auch äußere Einflüsse (Staub, Rauch 2c.) können die Farbe alteriren. In diesem Falle wird nur die Außenseite verunreinigt und zeigt sich bei weiterem Wachsthume diese Verunreinigung im Bruche als eine papierdünne Schichte.

Ueber das Wachsthum der Tropfsteine wurde schon viel geschrieben. Alle diesbezüglichen Berechnungen können wohl für eine bestimmte Localität richtig sein, sie dürfen aber nicht als allgemein giltiges Gesetz betrachtet werden, weil nicht nur in jeder Höhle, sondern in jeder einzelnen Partie derselben, die Bedingungen für die Tropfsteinbildung andere sind, wie schon früher nachgewiesen worden ist. Es kann dies aber nicht oft genug betont werden, weil immer wieder der Versuch auftaucht,


Vorhänge in der Kronprinz Rudolf-Grotte.


Der „Vorhang" in der Adelsberger Grotte.

eine Zeitbestimmung für die Bildung einer Tropfsteinschichte von einer bestimmten Dicke zu errechnen[1]).

Der gleichen Ansicht ist Karrer[2]). Er sagt darüber wörtlich: „Die Frage nach den Wachsthums-Verhältnissen der Tropfsteine drängt sich Jedermann von selbst auf. Thatsache ist es, daß der Vorgang gegenwärtig noch vor sich geht und genau beobachtet werden kann. Es hat nun in Nr. 4 der „Mittheilungen der Section für Höhlenkunde" v. J. 1883 Herr Florian Koudelka darauf aufmerksam gemacht, daß Herr Dr. Martin Kříž in der neuen Tropfsteinhöhle in Sloup in Mähren, um das

[1]) Ueber Tropfsteinbildung siehe: Fuhlrott, „Die Höhlen und Grotten in Rheinland und Westfalen", Iserlohn, 1869. — Kloos, Dr. J. H., „Die Hermannshöhle bei Rübeland 2c.", Weimar, 1889. — Vogel, Dr. J. M., „Die Tropfsteinbildung in der Adelsberger Grotte", in „Haidinger's Berichten", V. Jahrgang, Wien, 1848, S. 7.

[2]) Vortrag in der Monatsversammlung der „Section für Höhlenkunde" am 24. Februar 1886, publicirt in der „Oesterreichischen Touristen-Zeitung", Wien, 1886, Nr. 13.

Wachsthum der Tropfsteine zu studiren, die Länge eines Stalaktiten[1]) auf die nahe Wand geometrisch projicirte. Zugleich bestimmte Dr. Kříž den Durchmesser des Stalaktiten an der Spitze. Es wird diese Projection einfach mit einer Stange und einer Wasserwage ausgeführt. Beim Wachsthum des Stalaktiten wird man dann nach Jahren an dem markirten Punkte durch die Differenz des neuen Punktes von dem alten die Längenzunahme ermessen können".

„Herr Dawkins gibt in seinem Werke: „Höhlen und die Ureinwohner Europa's" an, daß nach gemachten Messungen in den Kalkhöhlen von Yorkshire die Zunahme der Tropfsteinschichte in einem Falle 0·24 englische Zoll in 35 Jahren, in einem anderen 0·04 engl. Zoll in einem Jahre betragen habe[2]), d. i.: 0·0068 Zoll in einem Jahr und im zweiten Falle nur das Fünftel davon. Diese Messung weicht aber sehr von den Resultaten der Messungen ab, die James Farrer und Professor Phillips an einem großen Stalagmiten von 75 Centimeter Höhe, die „Jokeycap", dortselbst gemacht haben. Es ist dies eine Stelle, wo beständig Tropfen herabfallen. Diese Säule wuchs an Umfang von 1839 bis 1845 von 118 auf 120 Zoll, also in 6 Jahren um 2 Zoll. Im Jahre 1873 fand Dawkins nach 28 Jahren sie 128 Zoll, also um 8 Zoll an Umfang gewachsen. In der Höhe wuchs sie in diesen 28 Jahren um ebenfalls fast 8 Zoll, die jährliche Zunahme würde daher 0·2946 betragen. Nach diesen Messungen könnte bei gleichen Verhältnissen die Jokeykappe in 259, bei der zuletzt beobachteten in 100 Jahren gewachsen sein. Nach Allem ergebe sich aber, daß die Jokeykappe mit einer Schnelligkeit von 7·46 Millimeter per Jahr wächst."

„Es ist aber leicht möglich, daß dieser Stalagmit nicht durch beständig gleichmäßig herabtropfendes Wasser entstanden ist, sondern durch intermittirendes, mit wechselndem Gehalt an kohlensaurem Kalk, so daß das jetzige Wachsthumsverhältniß keinen Maßstab für den früheren oder künftigen Zustand abgibt."

„Ich bin nun in der angenehmen Lage, Ihnen ein Stück aus einer unserer Höhlen (der Adelsberger Grotte) vorzulegen, welches uns der frühere k. k. Bezirkshauptmann von Adelsberg, jetzt k. k. Statthaltereirath, Herr A. Globočnigg zugesendet hat, an dem sich Einiges studiren läßt."

„Es ist dies ein Haken, der aus Anlaß des Besuches des Kaisers zu Beleuchtungszwecken in die Felswand eingeschlagen wurde und zwar im Jahre 1857. Derselbe wurde 1883, also nach 26 Jahren, herausgenommen und zeigte sich von einer Kalkspathschichte überkleidet, welche im Mittel 1—2 Millimeter beträgt. Es würde nach diesem Maßstabe ein Stalagmit um zu einem Meter sich zu erheben, zwischen 15.000 bis 25.000 Jahre brauchen, je nach den günstigeren oder ungünstigeren Verhältnissen, wohin ich neben der Beschaffenheit des Kalkes auch Menge und Jahreszeit des Niederschlages rechne. Sie sehen also, daß dieses Resultat von den englischen Beobachtungen ganz unglaublich abweicht, und dürfte bei weitergehenden diesfälligen Studien als Regel herauskommen, daß es eben keine Regel gibt und die Geschwindigkeitsverhältnisse im Wachsthum der Tropfsteine zwischen ganz colossalen Differenzen schwanken."

Höchst interessant ist es, diesen Ausführungen von Karrer die neuesten Messungen von Dr. M. Kříž gegenüberzustellen, über welche er im „Jahrbuche der k. k. geolo-

[1]) In der Ochozer Höhle wurde ein 1·165 Meter hoher Stalagmit in gleicher Weise auf die nahe Felswand projicirt. Diesbezüglich s. auch die Fußnote in den „Mittheilungen der Section für Höhlenkunde", Wien 1883, Nr. 4, S. 8.

[2]) Siehe die Originalstelle in der Uebersetzung des angegebenen Werkes, im Capitel: „Geschwindigkeit der Stalagmitbildung", S. 30.

gischen Reichsanstalt", 41. Bd., Wien 1891, 3. Heft, S. 506 berichtet. Nachdem Dr. Kříž sich ausführlich über die Bedingungen der Tropfsteinbildung verbreitet hat, kommt er S. 510 zu der von Karrer erwähnten Projection des Stalaktiten von Sloup und auf mehrere andere höchst beachtenswerthe Beobachtungen. Die merkwürdigste darunter ist wohl jene, daß der Slouper Stalagmit vom 7. August 1883 bis 2. September 1891 seine Länge von 262 Millimeter ganz unverändert beibehalten hat. In der Ochozer Höhle war dagegen auf einem im Jahre 1864 errichteten Holzgeländer im unteren Theile eines der Pfähle bis zum Jahre 1882 eine drei Millimeter dicke Sinterkruste abgesetzt worden. In der Slouper Höhle wurden in einer niedrigen Strecke 1880 mehrere kielfederdicke Tropfsteinröhrchen abgebrochen, die 1891 bereits um 3—4 Centimeter nachgewachsen waren, u. s. w. Bezüglich des Zeitaufwandes berechnet Dr. Kříž jene, die zur Bildung des 2·565 hohen (unterer Umfang 1·520 Meter) Stalagmiten erforderlich war, der ein hervorragendes Object in der neuen Grotte von Sloup ist und die „Denksäule" genannt wird. Das Resultat ergibt 3760 Jahre.

Die Methode, nach welcher Dr. Kříž vorging, garantirt die möglichste Genauigkeit. Durch Zählung der Anzahl der Tropfen, welche von einem bestimmten Stalaktiten im Verlaufe der verschiedenen Jahre und Jahreszeiten herabfielen, fand er einen Mittelwerth von 190 Tropfen in 1000 Secunden, was nach der vorgenommenen Messung[1]) eine Menge von rund 630 Liter Tropfwasser im Jahre ergab. Durch Abdampfung des Tropfwassers wurden aus einem Liter Wasser durchschnittlich 15 Gramm fester, unorganischer Rückstände gewonnen, was für die gesammten 630 Liter 9·450 Gramm ergibt. In 1000 Jahren können sich also im Maximum $94^1/_2$ Kilogramm Tropfstein absetzen. Das specifische Gewicht wurde im Mittel der angestellten Versuche mit 2·277[2]) gefunden, und dieses diente zur Berechnung des Gewichtes des kubischen Inhaltes der vorerwähnten Tropfsteinsäule (Denksäule in der Slouper Höhle) und der Zeit, welche erforderlich war, um diese Menge von Kalkcarbonat abzusetzen.

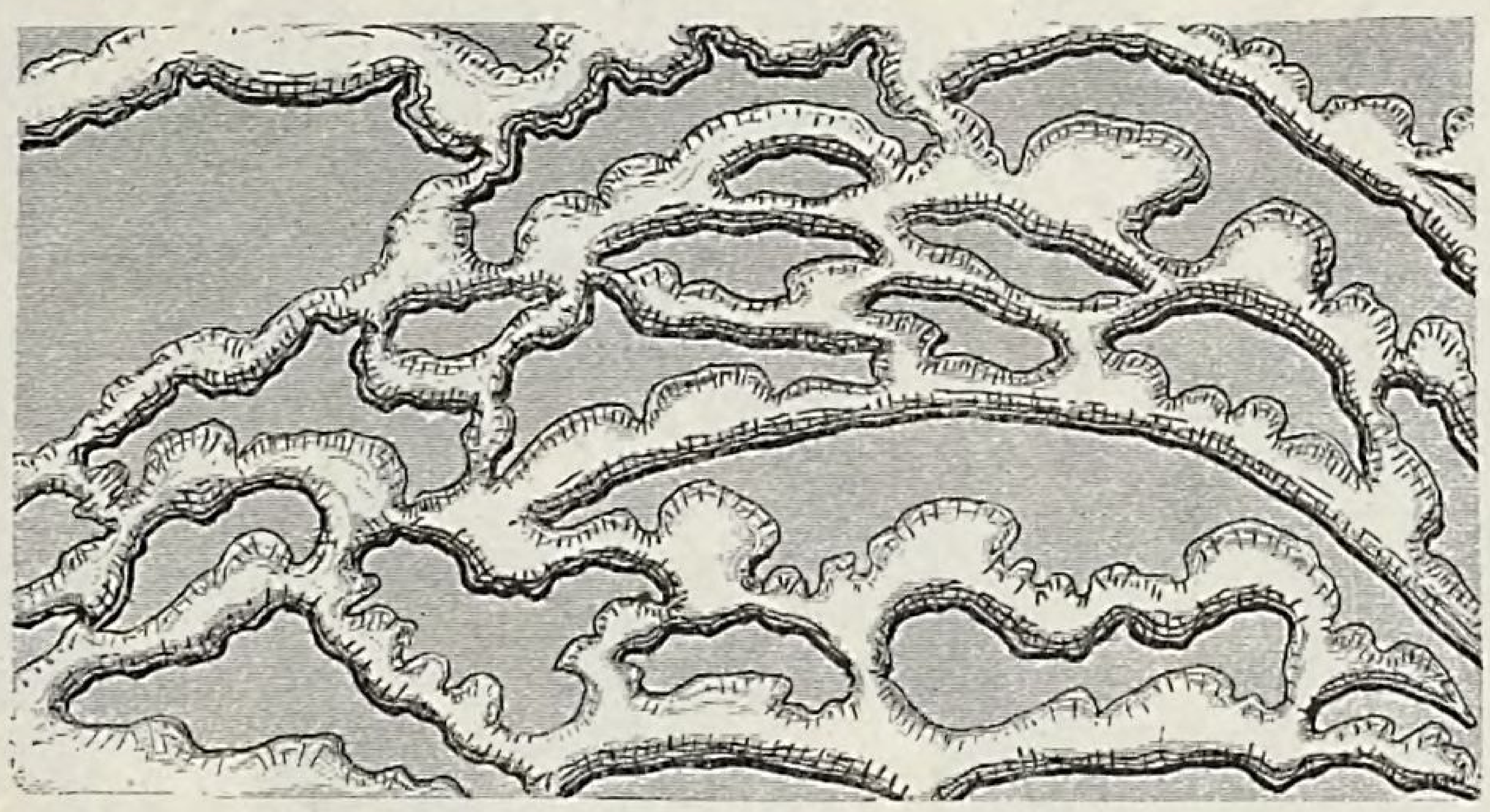
Alle diese Versuche, dem Wunsche des großen Publicums zu entsprechen und zum Mindesten eine annähernd richtige durchschnittliche Zeit für die Bildung einer Tropfsteinschichte von bestimmter Dicke zu errechnen, müssen als gescheitert betrachtet werden. Die Ansicht, daß in Folge der zahlreichen, die Tropfsteinbildung beeinflussenden Haupt- und Nebenbedingungen, der Absatz von Tropfstein nicht nur in den einzelnen Höhlen, sondern auch in den verschiedenen Theilen derselben ein ungleicher sein müsse, kann daher als begründet betrachtet werden. Das Schlußergebniß, daß die Zeitbestimmungen für das Wachsthum der Tropfsteine unmöglich richtige Durchschnittszahlen ergeben können, dürfte Manchen enttäuschen. Höchstens könnte man für bestimmte Stalaktiten oder Stalagmiten (wie es auch bereits geschehen ist) durch Beobachtung die Menge errechnen, um welche sie sich innerhalb einer größeren Zeitperiode vergrößert haben, aber auch diese Rechnung hat nur einen problematischen Werth, weil sie weder Schlüsse auf die Vergangenheit noch auf die Zukunft gestattet, nachdem die Bedingungen des Wachsthums sich fortwährend ändern.

---

1) 2750 Tropfen füllten den verwendeten Meßcylinder.

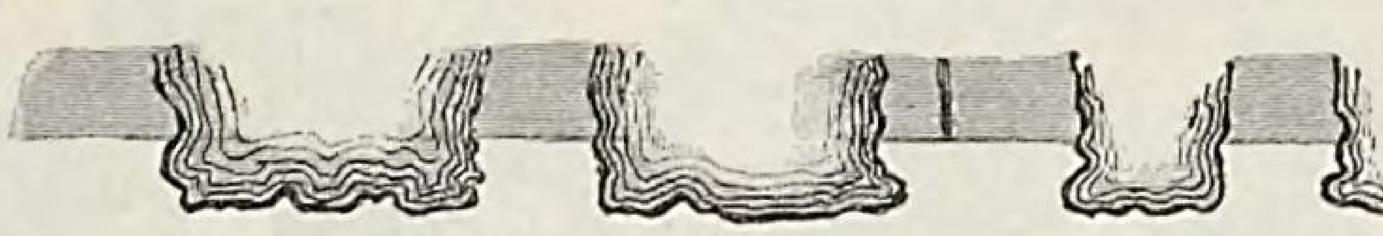
2) In Dr. C. F. Naumann's „Elemente der Mineralogie", Leipzig 1871, ist das specifische Gewicht des Calcit mit 2·6—2·8 angegeben, jenes des reinen Kalkspathes mit 2·72. Mohs gibt im zweiten Theile seiner „Naturgeschichte des Mineralreiches" (Phisiographie, bearbeitet von F. X. M. Zippe), Wien, 1839, ein noch größeres specifisches Gewicht (2·93) an. Die Tropfsteine der Slouper Höhlen scheinen daher Bestandtheile zu enthalten, welche das specifische Gewicht vermindern, wenn bei der Gewichtsbestimmung die gleiche Methode angewendet worden ist.

Unter den Tropfsteingebilden, welche den Boden bedecken (Sinterdecken und Stalagmiten), muß auch ein mitunter ganz reizendes Gebilde erwähnt werden, welches Rillen bildet, die kleine Wassertümpel umschließen. Hochstetter erwähnt solche in seiner Arbeit über die Kreuzberghöhle und bringt auch Abbildungen davon. Nach Hochstetter sind sie mit Sand theilweise gefüllte Vertiefungen, die mit Kalksintergebilden umschlossen sind und die terrassenförmig übereinander aufgebaut sind. Ganz gleiche Erscheinungen kommen auch in vielen anderen Höhlen vor. Sehr schön entwickelt sind sie in den Grotten von Castua, in der neuen Fortsetzung der Mariannengrotte (Adelsberger Grotte) und in den französischen Höhlen von Padirac und Saint Marçel. Ein Prachtstück ist auch der Brunnen in der Brunnengrotte von Sanct Canzian (Rekahöhlen). Wo die vollkommen ausgebildeten Calcitkrystalle, welche sich auf kalkiger Unterlage mit schwach geneigter Fläche oder in Tümpeln von Tropfwasser zu bilden



Sinterbecken in der Kreuzberghöhle nach Hofrath von Hochstetten. (Grundriß.)

pflegen, noch keine merkbaren Aufbaue erzeugt haben, bemerkt man ihre Existenz jedoch sogleich durch das knisternde Geräusch, welches die brechenden Krystalle unter den Füßen verursachen, sobald man eine solche Stelle betritt. Zumeist sind die



Sinterbecken in der Kreuzberghöhle (Durchschnitt).

kleinen Becken mit Tropfwasser gefüllt, welches beim Verdunsten den Kalkgehalt in Krystallform absetzt. Martel nennt diese Gebilde „Gours“.

Wenn man unter den annähernd horizontalen trockenen Grotten eine Unterscheidung machen wollte, so könnte sie nur darin bestehen, daß man die ziemlich ebenen von den unebenen trennt. Eine vollständige Horizontalität kommt übrigens nicht vor; wo sie existirt, ist sie durch nachträglichen Absatz von Sedimenten erzeugt worden, wie bei der Skednenca (Dreschtenne) im Scheiderücken zwischen dem Planinathale und der Laibacher Ebene, wo die ebene Strecke durch Lehmabsatz zeitweise stagnirenden Wassers, welches langsam versickert, gebildet worden ist, während die nicht von Sedimenten bedeckten Theile uneben geblieben sind. Auch die Becyskala-Höhle bei Brünn ist durch Höhlenlehmabsatz annähernd geebnet. Die Adelsberger Grotte ist in der ganzen Strecke, welche die Rollbahn durchfährt, wegen dieser Anlage künstlich geebnet worden, in der Parallelstrecke jedoch führen die Wege bergauf und bergab. Die Ursache dieser Unebenheiten sind zumeist die Trümmerhaufen, welche von Deckenbrüchen herrühren. Die Vertiefung in der Mariannengrotte entstand



Inneres der Brunnengrotte.

dagegen durch Abschwemmung einer Lehmansammlung, welche dort gelagert war. Man erkennt dies aus dem auffallend aussehenden Stalagmiten, welcher das Zelt genannt wird, dessen oberer Theil sich auf dem einstigen Lehmniveau ausgebreitet hat und der nun über seine Unterlage vorspringt. Für diese Abschwemmung bot eine gegen N. W. abzweigende Seitenkluft genügenden Raum. Diese mag eine zeitlang verstopft gewesen sein und sich später wieder geöffnet haben. Der Beweis hierfür sind auch die unterwühlten und umgestürzten Stalagmiten im nicht gangbar gemachten Theile der Mariannengrotte, welche zeigen, daß nach einem Stadium der Ruhe ein Wasserlauf sich Bahn gebrochen und die Lehmunterlage der Stalagmiten weggeschwemmt hat. Der Fuß des „Zeltes" konnte nicht angegriffen werden, weil er mit dem anstehenden Gesteine verwachsen war.

Nachdem aus Wasserhöhlen trockene Tunnelhöhlen entstanden sind, so muß stets ein gewisses Gefälle vorausgesetzt werden und aus diesem erkennt man noch heute die Richtung, welche der einstige Wasserlauf genommen hat. In der Grotte von St. Marcel geht das Gefälle nach dem Eingange zu. Sie war also eine Speihöhle (Quellenmündung), die Adelsberger Grotte war aber stets ein Wasserschlinger, weil die Richtung ihres Gefälles vom Eingange bergeinwärts führt. Auch bei den derzeit trockenen Gängen der Adelsberger Grotte liegt dieses Verhältniß vor und man kann noch die Wege nachweisen, welche das Wasser einst genommen hat, von denen es durch die großen Einstürze der „Jerzanova Dolina" hinter dem Kalvarienberge und später der Doline „stara apnenca" in die jetzige Wasserhöhle gedrängt worden ist. Die in der Nähe des Vorhanges abzweigenden wilden Seitengänge dürften dagegen Seitenzuflüsse zugeführt haben, die von den localen Niederschlägen herrührten und die durch Schlünde zugeflossen sind. Einer dieser Gänge läßt sich bis zu seinem Ende verfolgen, welches in einen steilen Schlot übergeht, der deutliche Erosionsspuren zeigt. Im vorderen Theile dieses Ganges gibt es auch Schlote, es gibt dort jedoch viel Verbruch, hinter dem möglicherweise noch eine Fortsetzung nach anderer Richtung hin liegen kann.

Nachdem die trockenen Höhlen zumeist nur Bruchstücke einstiger größerer Wasserhöhlen sind, so ist es auch nur selten möglich, sie bis an ihr früheres Ende zu verfolgen, weil gewöhnlich eine Verbruchstelle oder eine Vertropfung (Verwachsung durch Tropfstein) der weiteren Erforschung ein Ende macht. Wasserhöhlen, welche nicht durch Syphons oder durch nachträgliche Einstürze unzugänglich sind, beginnen im höheren Niveau mit einem Wasserschlinger und enden mit einem Wasserspeier. Es gibt aber auch Wasserhöhlen, welche nur zur Abfuhr der localen Niederschläge dienen, welche ihnen durch zahlreiche Klüfte, Spalten und Schlote zukommen (Martel nennt sie Drainagehöhlen). Selbstverständlich nehmen auch die Durchflußhöhlen ebenfalls die localen Niederschläge mit auf. Nach der Theorie sollten die aus den Wasserhöhlen entstandenen trockenen Grotten ähnlich geformt sein, allein die Ursachen, welche ihnen das Wasser entzogen haben, bewirkten gewöhnlich eine partielle Formänderung, durch welche die Verfolgung zumeist unmöglich gemacht wird, wenn auch zugestanden werden muß, daß in einzelnen Fällen eine Wiederherstellung der unterbrochenen Communication technisch durchführbar sein kann, die aber nur in seltenen Fällen die dafür aufzuwendenden bedeutenden Kosten verlohnt. Eine solche Wiederherstellung einer durch eine Schichtenbewegung unterbrochenen Verbindung der Kaiser Franz Josef- mit der Kaiserin Elisabethgrotte wurde im Jahre 1856, und jene durch die engen Passagen am Ende der Tartarusgrotte wurde 1892 künstlich hergestellt.

Erweiterungen ähnlicher ungangbarer oder unbequemer enger Passagen sind übrigens in vielen Höhlen vorgenommen worden, die entweder vom Publicum als Sehenswürdigkeiten besucht werden, oder wo man gewisser Fundstücke wegen genöthigt war, den Durchgang zu erweitern oder die eingeschwemmten Materialien zu entfernen.

In Tropfsteinhöhlen pflegen zumeist gerade die werthvolleren Reste der diluvialen Fauna tief im Boden vergraben zu liegen. Ueber die Schotter und Sedimentschichten hat sich da an vielen Stellen noch eine Tropfsteinschichte ausgebreitet (von einzelnen Schriftstellern auch Travertinschichte benannt), welche die darunter liegenden Materialien vor weiterer Umschwemmung schützt und die zugleich durch luftdichten Abschluß die eingeschlossenen Knochenreste vor weiterer Zersetzung bewahren hilft. In der großen Gailenreuther Höhle findet man Knochen auch noch in der Tropfsteinschichte eingeschlossen. Das in der Literatur vielfach erwähnte „vertropfte Skelett" in der alten Grotte von Adelsberg (einem Seitengange, der vom großen Dome abzweigt, der heutzutage jedoch nicht mehr besucht zu werden pflegt) scheint mehr eine Ausgeburt der Phantasie zu sein, welche stets bestrebt ist Schauerliches in Höhlen zu finden. Die Uebersinterung des Bodens dehnt sich oft auf weite Strecken aus, wo ein festerer Untergrund vorhanden ist, manchmal aber kommt es sofort zur Stalagmitenbildung. Wo durchlässiger (etwas erdiger) Höhlenlehm den Boden bildet, tritt der merkwürdige Fall ein, daß sich Stalagmiten bilden, welche nicht tief in den Lehm hinabreichen und so lose darin stecken, daß man sie mit leichter Mühe herausziehen und an ihren Platz wieder zurücksetzen kann. Die Tiefe der Grübchen im Lehme entspricht der Fallhöhe der Tropfen. Das obere Ende hat dann die typische Stalagmitenform während das untere unregelmäßig und spitz zulaufend ist.

Sehr effectvoll sind auch die sogenannten Fransen aus Tropfstein, welche an längeren Klüften sich zu bilden pflegen. Es sind dies dicht aneinandergereihte Tropfsteinzapfen (Stalaktiten), die mit der Zeit jedoch diese Einzelnstellung verlieren und sich entweder zu Draperien (Vorhängen) oder zu größeren Stalaktiten vereinigen. Eine solche Fransenbildung hat Hofrath von Hauer in seiner Arbeit über die Krausgrotte[1]) beschrieben. Die Kluft, welche die Fransenbildung ermöglichte, reicht quer über die Decke eines Seitenganges und ist trotz des Tropfsteinabsatzes längs desselben noch deutlich erkennbar.

Es muß erinnert werden, daß sich Tropfsteingrotten in allen Kalkgebirgen ohne Rücksicht auf das geologische Alter des Gesteines befinden können. Der Reichthum an Tropfsteingebilden hat aber stets die leichte Löslichkeit des Gesteines zur Voraussetzung und es ist daher nicht zu wundern, wenn die in den weichen Kalken der Kreideformation liegenden Höhlen großartigere Gebilde enthalten, als die weit schwerer löslichen (weil dichteren) Kalke der Lias- und Triasformation. Dagegen befinden sich wieder in den devonischen Kalken, die weit älter sind, sehr reich ausgekleidete Tropfsteinhöhlen, weil eben die Gesteine verhältnißmäßig leicht zersetzbar sind. Stets aber müssen auch die anderen Bedingungen, welche für die Tropfsteinbildung erforderlich sind, vorhanden sein, wenn eine reichere Auskleidung vor sich gehen soll.

In manchen Höhlen findet man die ganze Decke mit Tropfstein überzogen. Gewöhnlich nimmt man an, daß diese Ueberrindung eine Art von Schutz gegen Deckenbrüche gewähren müsse. Das ist aber nicht immer der Fall, denn es gibt auch Höhlen, in denen riesige Stalaktiten den Boden bedecken, während sie an der Decke

---

[1]) Siehe das Capitel: Corrosionshöhlen.

fehlen. Das „goldene Gatterl" bei Gmunden (in Oberösterreich) ist ein Beweis, daß die Tropfsteinrinde die Decke nicht schütze, denn der ganze einstige Schmuck des hohen Innenraumes liegt zerbrochen am Boden. Dasselbe ist im vorderen Theile des gothischen Domes der Poikhöhle (Piuka jama bei Adelsberg) der Fall, während das Ende desselben noch zahlreiche Gebilde enthält, worunter auch lose im Lehm steckende Stalagmiten.

Nicht alle trockenen Grotten im Kalkgebirge haben Tropfsteinschmuck. In vielen ist derselbe nur geringfügig, in anderen fehlt er ganz. Die Höhlen des Dachsteinplateaus sind zumeist tropfsteinleer.[1]) In senkrechten Schlundhöhlen kommt es überhaupt zu keiner Tropfsteinbildung, weil das Wasser zu rasch abschießt. (Von diesem wird im nächsten Capitel ausführlicher die Rede sein.)

Die Auskleidungen der trockenen Grotten beschränken sich nicht auf Tropfsteine allein. Die Krausgrotte enthält z. B. Ueberzüge von krystallisirtem pseudomorphen Gips an der Decke und Haufwerke des gleichen Minerales am Boden. Die Höhlen des Büdöstö in Siebenbürgen enthalten Schwefelkrystalle, auch Salze trifft man in Form von sogenannten Ausblühungen in trockenen Höhlen an. Alle diese Gebilde sind jedoch, wie Daubrée es nachgewiesen hat, durch den Einfluß des Wassers oder von Dämpfen entstanden. In der Geschichte der Umbildung der festen Rinde unserer Erdkugel spielt bekanntlich das Wasser die bedeutendste Rolle. Häufig kann man die Spuren seiner langsamen Thätigkeit nur dadurch nachweisen, daß man erst die Ergebnisse von Jahrtausenden als von ihr herrührend erkennt, während jene von Decennien sich unserer Beobachtung entziehen. Der Höhlenbildungsproceß und jener der Umformung der Höhlen nehmen aber oft wieder einen so raschen Verlauf, daß die Veränderungen weniger Jahre an einzelnen Orten schon bemerkbar werden.

Die Luft in den trockenen Grotten ist zumeist respirabel, es kommen aber auch Fälle vor, daß irrespirable Gase in ihnen enthalten sind, und zwar entweder nur zeitweise oder permanent. Nicht nur in Höhlen im vulkanischen Terrain, wo derlei Gasexhalationen erklärlich wären, sondern auch in Kalkhöhlen kommen irrespirable Gase vor. Es sind dies Höhlen, in denen entweder die Lufterneuerung eine sehr langsame ist oder in welche Gase aus benachbarten gasführenden Schichten (Kohlenlagern 2c.) durch Spalten oder Klüfte eindringen können. Martel fand in der Basalthöhle „Creux de souci" Kohlensäure. Das Vorkommen von Stickgasen in der vielbeschriebenen Hundsgrotte bei Neapel ist bekannt. Minder bekannt sind die irrespirablen Dämpfe in den Schwefelhöhlen am Büdös in Siebenbürgen und die Höhle bei Ribar nächst Neusohl (Ungarn), in welcher nach Rosenmüller „giftige Gase" vorkommen sollen. In einer reinen Kalkhöhle (am Grunde des Gouffre de Roque de Corn) fand Martel weitab von allen Eruptivgesteinen Kohlensäure. Minder beglaubigt ist die von Schaubach[2]) nach Steiner erwähnte Nachricht, daß auch das Höllenloch (oder Teufelsloch) bei Anzenau (Oberösterreich) die Eigenschaft der Hundsgrotte besitzen soll. J. Ritter von Schröckinger-Neudenburg äußert sich hierüber in seinem Buche: „Reisegefährte durch Oberösterreichs Gebirgsland" (Linz 1860) folgendermaßen: „Was in mehreren Reisewerken von der Verschiedenheit der Luftschichten, Schädlichkeit der Wasser in der Höhle u. dgl. geschrieben wurde, fand ich gelegentlich einer geognostischen Untersuchung

---

[1]) Der Mangel einer Bedeckung der Oberfläche durch Humus, der nicht nur die Meteorwässer kohlensäurereicher macht, sondern auch den Infiltrationsproceß verlangsamt, erklärt die Erscheinung zur Genüge.

[2]) „Die deutschen Alpen", III. Theil, Jena 1846, S. 309.

derselben gänzlich ungegründet." Wahrscheinlich rührt das Vorurtheil davon her, daß einzelne Besucher mit Beleuchtungskörpern versehen die Höhle betreten haben, die nicht nur viel Rauch entwickelten, sondern auch in dem tiefer gelegenen engeren Raume der schlecht ventilirten Höhle viel Sauerstoff consumirt haben. Daß auch in diesem Theile die Luft nicht unathembar sei, wurde übrigens später auch von Professor Mühlbacher (derzeit in Leoben) bestätigt, welcher die Höhle in allen Theilen erforscht und einen genauen Plan derselben aufgenommen hat. Eine zeitweise Verschlechterung der Luft durch größeren Aufwand von Beleuchtungsmitteln wurde auch in der berühmten Kronprinz-Rudolf-Grotte bei Divacca mehrmals, und zwar stets nur am tiefsten Punkte beobachtet. Man bemerkt diese nur an dem matten Brennen der Kerzen. Zu einer förmlichen Stickluft kann es aber wegen der bedeutenden Ausdehnung der Räume nicht kommen, weil die oberen Luftschichten Sauerstoff genug enthalten, der den verbrauchten bald wieder ersetzt. Auch von der Baumannshöhle liest man in älteren Werken, daß sie Stickgase enthalten soll, was jedoch ebenso wenig zutrifft, als wie beim Höllenloch nächst Anzenau.

Die Temperatur in den Höhlen bewegt sich zwischen weit geringeren Extremen als die Außentemperatur, was ganz einfach daher rührt, daß im Sommer die Sonnenwärme nicht eindringen kann und daher nur Schattentemperaturen herrschen können, während die Winterkälte ebenfalls durch die Gesteinstemperatur reducirt wird, welche der mittleren Jahrestemperatur der betreffenden Höhenlage entspricht. Von dieser Regel weichen nur wenige Höhlen ab, die entweder abnorm hohe oder abnorm niedrige Temperatur besitzen. Erstere rühren von Dämpfen oder heißen Wässern her, die durch Spalten und Klüfte in die Höhle gelangen. Die erst 1849 entdeckte Grotte Monsumano im Val de Nievole in Toskana liegt in Liaskalk in einer das Gestein fast senkrecht durchsetzenden Bruchspalte. Der Grottenraum, welcher eine Lufttemperatur von + 36° C. besitzt, ist für Heilzwecke adaptirt worden. Zeitweise wird der ganze, bei 200 Meter lange, zugängliche Raum der Höhle vom heißen Wasser bis zum Ueberlaufen erfüllt, und sie bleibt dann durch einige Zeit unzugänglich. Eine minder bekannte Heißlufthöhle soll sich übrigens auch in Krain in der Umgebung von Sagor befinden. In Meyer's „Deutsche Alpen", östlicher Theil, S. 540, heißt es, daß sich die Höhle in der Nähe des Schlosses Galenegg befindet, welches in der Mediaschlucht $1^1/_2$ Wegstunden vom Dorfe Sagor liegt. Ein fachmännischer Bericht über diese Naturmerkwürdigkeit liegt nicht vor.

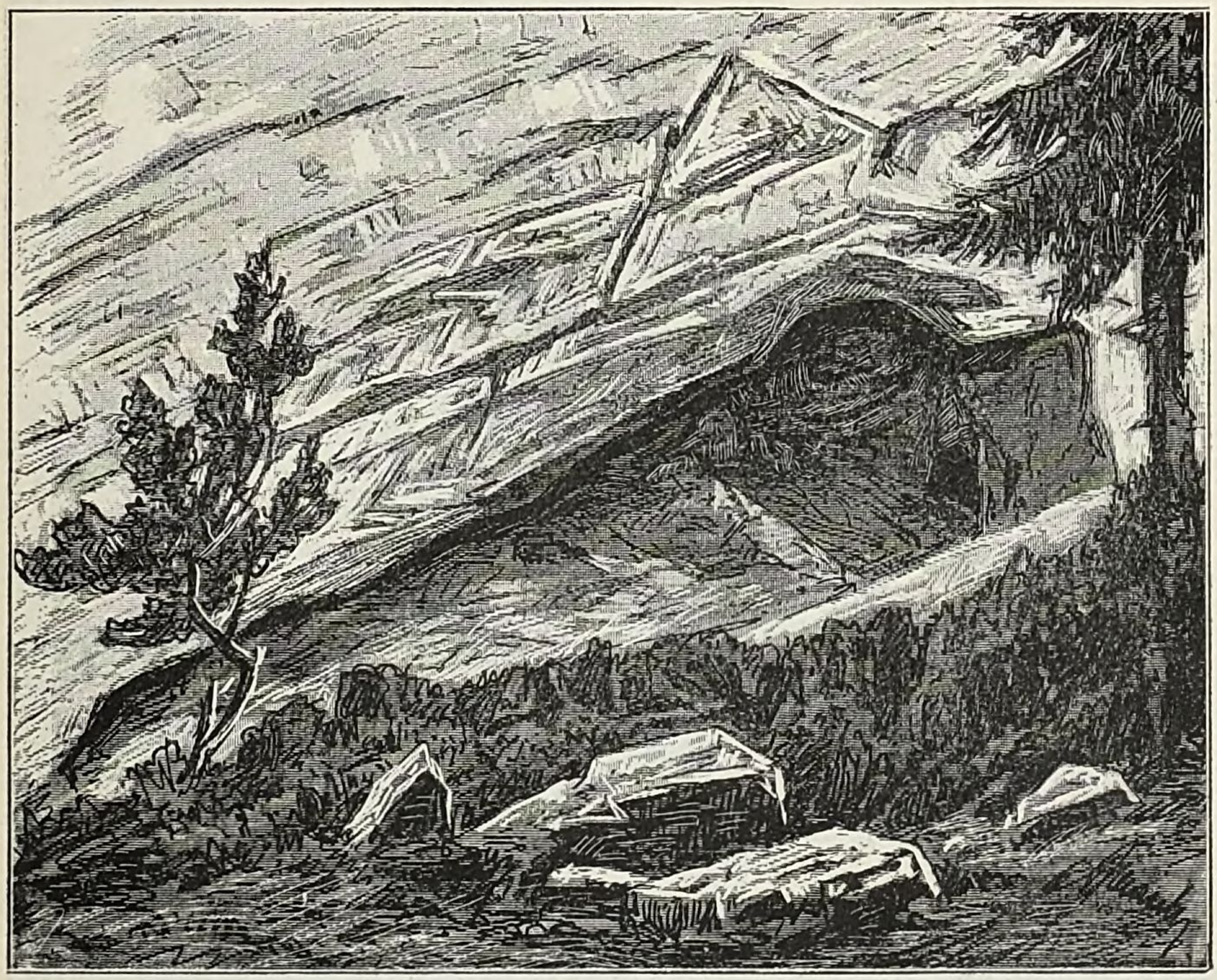
Die Höhlen mit abnorm niedrigen Temperaturen sind etwas häufiger, als die Heißlufthöhlen, ihre Zahl ist aber trotzdem eine verschwindend kleine gegenüber der Anzahl von Höhlen mit normalen Temperaturen. Die kalten Höhlen werden ausführlich in einem eigenen Capitel behandelt werden.

D. Nischenhöhlen oder Halbhöhlen und Felsbrücken.

Die Bildung der nischenartigen Halbhöhlen, welche Fruwirth (wohl nach Analogie der künstlich imitirten Garten-Grotten) als die eigentlichen Grotten bezeichnet, kann auf verschiedene Art erfolgen. Wohl die meisten darunter dürften durch Wellenschlag, (Brandung) erzeugt worden sein, wenn sie auch heute in einem Niveau liegen, in dem diese Erklärungsart wenig plausibel erscheinen mag. So liegen beispielsweise 100 Meter

über der heutigen Sohle des Gamserthales[1]), eine Reihe von Halbhöhlen, und kleineren Nischen, in einer deutlich ausgeprägten Strandlinie. Eine davon ist groß genug, um für etwa zehn Personen Unterstand zu bieten. Auch im bayerischen Jura kommen zahlreiche Halbhöhlen vor, deren Entstehung Professor Gümbel dem Einsturze von größeren Höhlen, oder localer Erosion zuschreibt.

Bei solchen Thälern, welche nach der Theorie von Dawkins durch Einbrüche von Höhlendecken sich gebildet haben, wäre es nicht zu wundern, wenn einzelne Ueberreste der einstigen Höhle als nischenartige Vertiefungen zurückbleiben würden, nota bene wenn die durch den Abbruch erzeugten Steilwände noch intact, und nicht etwa durch Verwitterung abgeböscht sind, weil dann durch die vom Gehänge abgelösten Bruchstücke

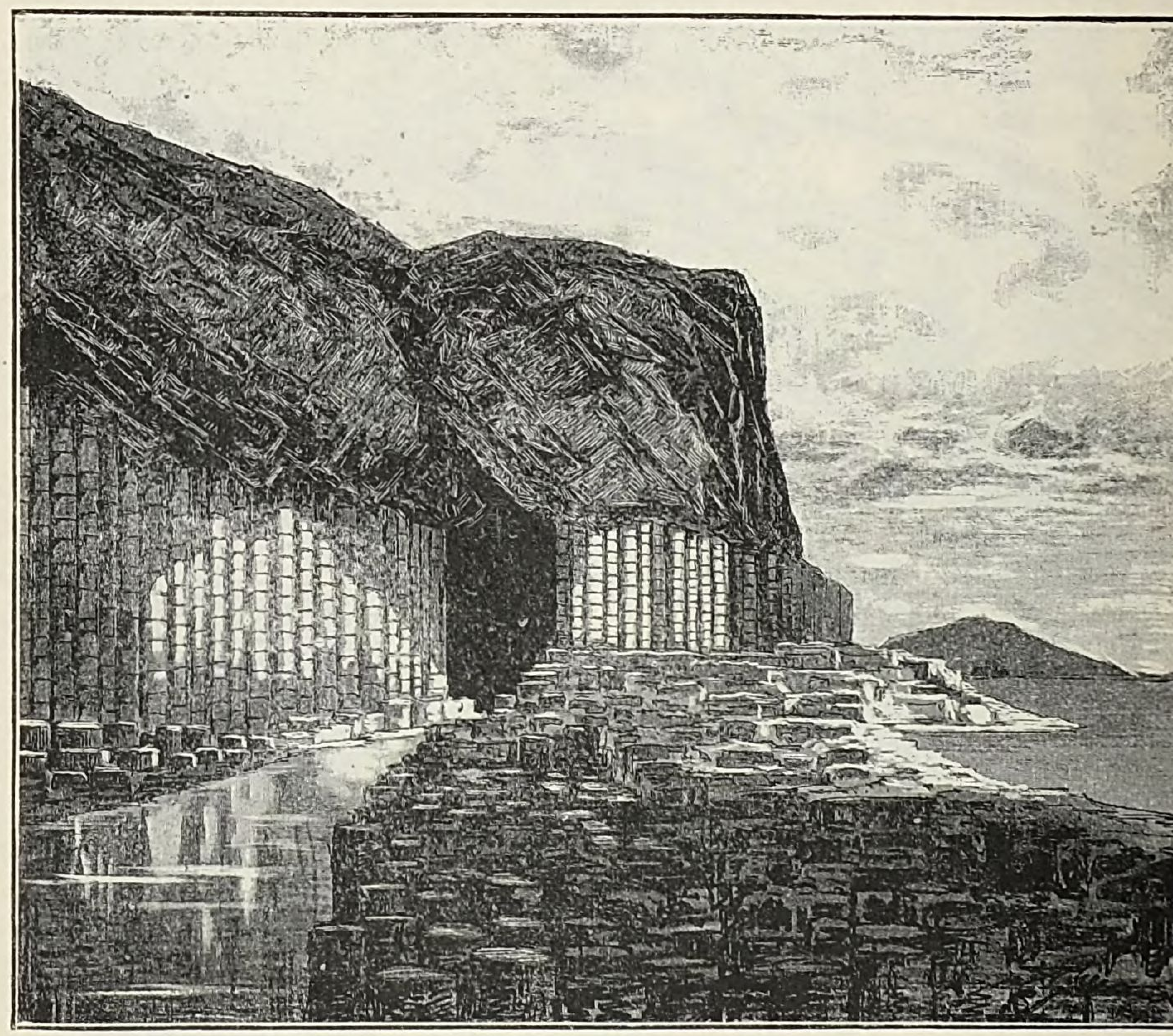


Hohler Stein im Krautgarten (Radmerer-Thal in Steiermark).

der Eingang der Höhle verschüttet worden wäre. Es wären daher vor Allem als Hauptursachen für die Bildung von Halbhöhlen der Einsturz größerer Höhlen und die Brandung zu betrachten. Es gibt jedoch eine dritte Art von Halbhöhlen, welche zumeist in Conglomeratwänden vorkommen, und diese sind die durch Wind erodirten, die zahlreich in den Diluvialschotterterrassen in Nordsteiermark zu finden sind, welche durch den Ennsfluß durchrissen wurden. Daß diese zumeist mehr nach der Breite als nach der Höhe entwickelten Halbhöhlen der Windwirkung ihre Existenz verdanken, ist erst nach dem Baue der Kronprinz Rudolf-Bahn, durch die mit der Bahnerhaltung betrauten Ingenieure bekannt geworden. Durch die Winde werden nämlich in den einspringenden Ecken der Wände des wenig festen Diluvialconglomerates Sandkörner

[1]) Ungefähr 600 Meter über dem Meeresniveau.

und kleine Steine aus den weicheren Bänken losgelöst; größere Steine werden dadurch locker und kollern nach, bis eine ganz ansehnliche Vertiefung entsteht, deren Decke eine festere Bank bildet. Derlei Höhlen entbehren aber eines ebenen Bodens. Es ist nun häufig vorgekommen, daß solche weit vorspringende Decken abgebrochen, und auf den Bahnkörper herabgestürzt sind, weshalb sie jetzt abgesprengt zu werden pflegen, noch ehe sie eine Ausladung erhalten haben, welche gefährlich werden könnte. Die Sache ist übrigens nur in engem Kreise bekannt, sie verdient aber wohl erwähnt zu werden, weil sie beweist, daß der Natur mannigfaltige Mittel zu Gebote stehen, um eigenthümliche Gebilde zu erzeugen, und sie auch wieder zu zerstören. Daß der Wind erodirend wirkt, ist eine längst bekannte Thatsache. Diesbezüglich siehe: Günther's

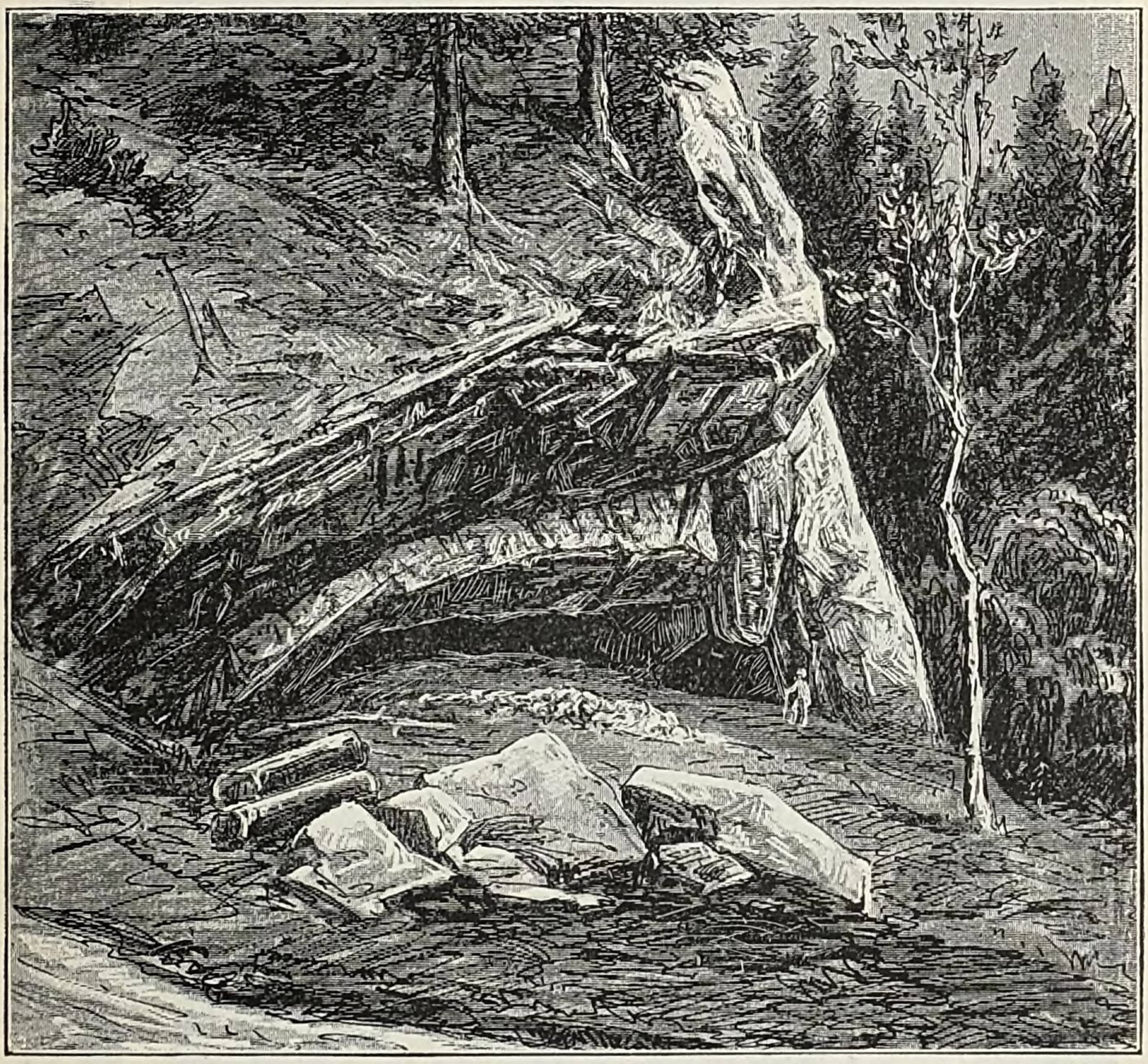


Fingalsgrotte auf Staffa.

Lehrbuch der physikalischen Geographie (Stuttgart 1891) S. 415. Daß der Wind auch höhlenbildend wirken kann, dürfte jedoch minder bekannt sein.

Eine vierte Entstehungsart erwähnt Fruwirth (l. c. S. 117) nach Lóczy, der sie seitliche Höhlen nennt. Diese Art dürfte, wenn sie überhaupt vorkommt, zu den allerseltensten Entstehungsarten gehören. Lóczy geht von der Existenz eines geschlossenen Blasenraumes aus, der durch eine Thalbildung entzweigeschnitten wird. Derlei Blasenräume sind, wie im IV. Capitel bereits nachgewiesen worden ist, in krystallinischen Gesteinen möglich, in sedimentären aber sind sie undenkbar. Allerdings ist die ältere Ansicht der Gelehrten von der Meinung ausgegangen, daß alle Höhlen sich mit dem Gesteine zugleich gebildet haben, in dem sie vorkommen, allein bei klastischen Gesteinen

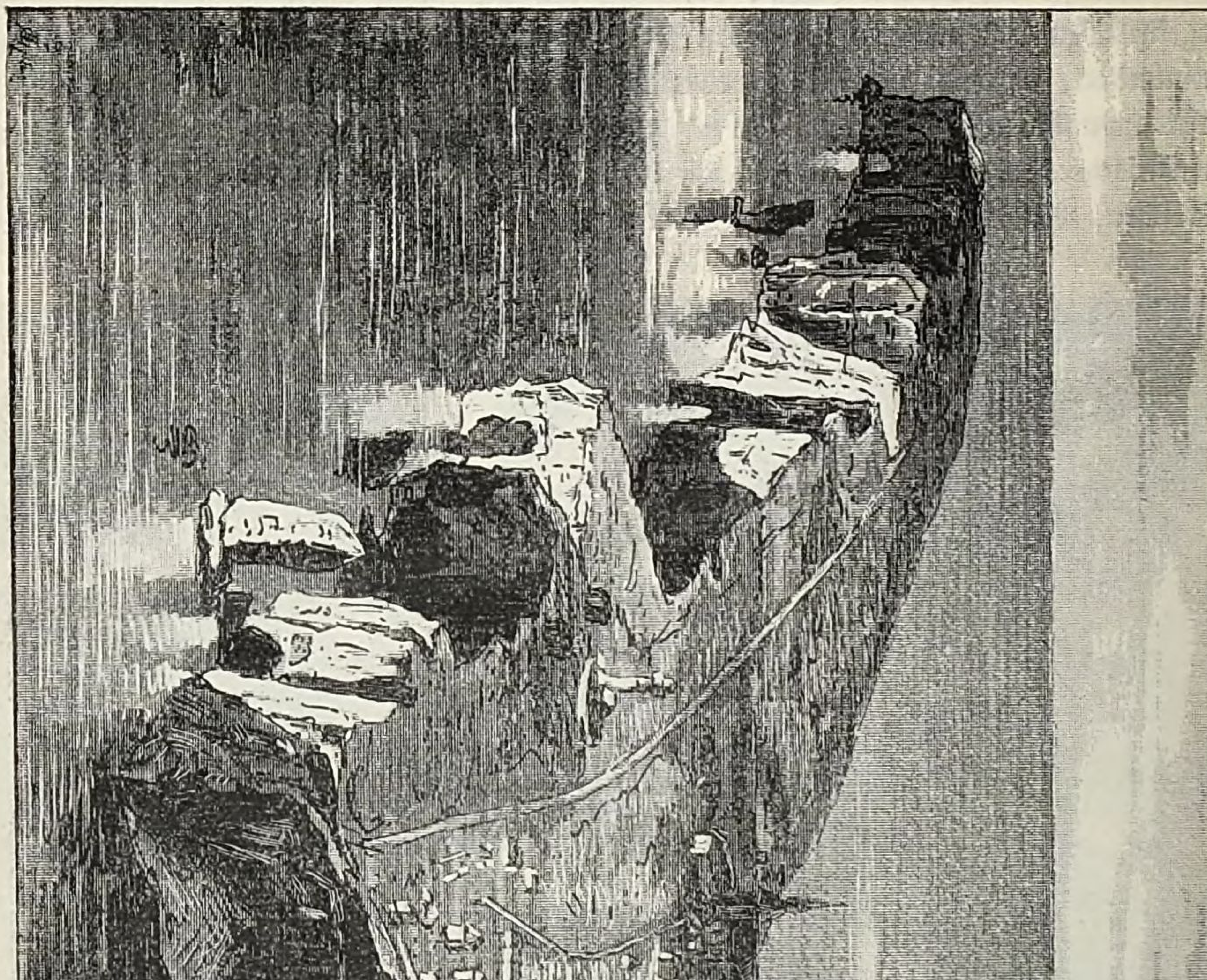
ist gerade das Gegentheil der Fall, und die Existenz von Blasenräumen in sedimentären Gesteinen ist ein Ding der Unmöglichkeit. Alte, ursprüngliche Riffhöhlen sind längst zu Erosionshöhlen umgebildet worden, und so tief unter der Oberfläche liegende Blasenräume wie sie die Theorie Lóczy's verlangt, müßten längst durch mineralischen Absatz ausgefüllt, zu Calcitnestern geworden sein; denn daß keine einzige Spalte mit ihnen communicirt, ist wohl kaum anzunehmen. Die Bildung von Halbhöhlen auf diesem höchst ausnahmsweisen Wege erklären zu wollen, ist gar nicht nöthig, weil es andere, weit einfachere und natürlichere gibt, die für die Erklärung dieser Bildungen vollkommen ausreichen. Als ausnahmsweise Möglichkeit kann diese Art immerhin angeführt werden.



Gamsofen im Rettenbachthale in Oberösterreich.

Zwei Höhlen, welche ebenfalls zu beiden Seiten des Thales jedoch in verschiedenem Niveau angeordnet sind, und die vor der Austiefung des Thales höchst wahrscheinlich mit einander communicirt haben, liegen in dem obersteirischen Thale von Radmer, im engsten schluchtartigen Theile. Sie sind derzeit durch die Straße, den Bach und durch einen Trümmerberg von einander getrennt. Die größere, tiefer gelegene heißt „Hohler Stein", die kleinere oberhalb der Straße gelegene ist namenlos. Beide sind Halbhöhlen dadurch geworden, daß ihre Fortsetzung durch Trümmerwerk verlegt wurde. Das große Wildemandelloch bei Golling ist der Rest einer ziemlich steil ansteigenden Höhle, welche in einem isolirten, niederen Kalkberge liegt, der von einem

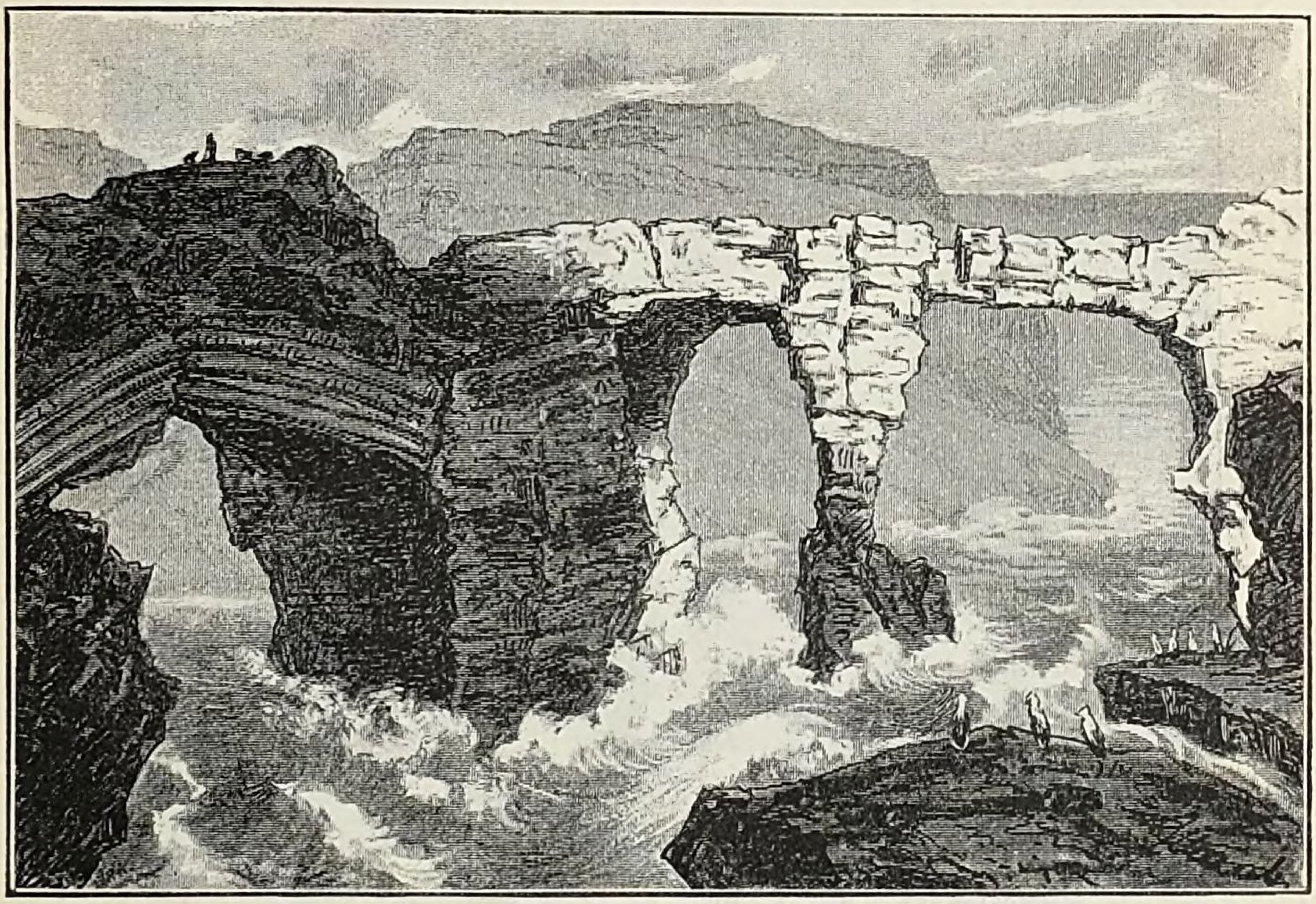
durchrissenen Querrücken übrig geblieben ist. Die Abbruchstelle zeigt eine Steilwand. Die Höhle ist stark mit Gesteinsschutt und Blöcken angefüllt, und hat außer einigen Klüften in der Decke keine sichtbare Fortsetzung. Das Wildemandelloch ist auch deshalb



Erosion durch Brandung an der Küste von Helgoland.

interessant, weil es Spuren einstiger Fortification zeigt. Daß die Höhle bewohnt war, beweisen die Balkenlöcher in den Wänden, das Mauerwerk an der Mündung, und die Sagen, welche über dieselbe circuliren. Das nahe, jedoch etwas tiefer liegende „kleine Wildemandelloch“ ist nur eine seichte Nische, deren Entstehung den deutlichen

Erosionsspuren nach, der Brandung zuzuschreiben ist. Daß die Brandung auch größere Höhlen zu bilden vermag, beweisen: die berühmte Fingalshöhle und die minder bekannte Cormorants cave (Wasserrabenhöhle) auf der Insel Staffa (Hebriden), die Höhlen von Capri, unter denen die blaue Grotte es zu einer Weltberühmtheit gebracht hat[1]), die zahlreichen griechischen Uferhöhlen wie: am Kavo grosso, bei Gargaliano, bei Navarin, und über dem Meeresniveau, als ehemalige Uferhöhlen, auch bei Korinth. Daubrée führt von französischen Strandhöhlen solche an der Meeresküste bei Dieppe, bei Treport und bei Etretat als die hervorragendsten an. Bei Piriac in der Bretagne kommen nach Daubrée auch Strandhöhlen im Granite vor. Auf der Insel Corsica soll es bedeutendere Strandhöhlen geben mit schönen Lichteffecten, ähnlich wie jene in den Strandhöhlen von Capri und von Busi.



Felsbrücke von Kilken, an der irischen Küste.

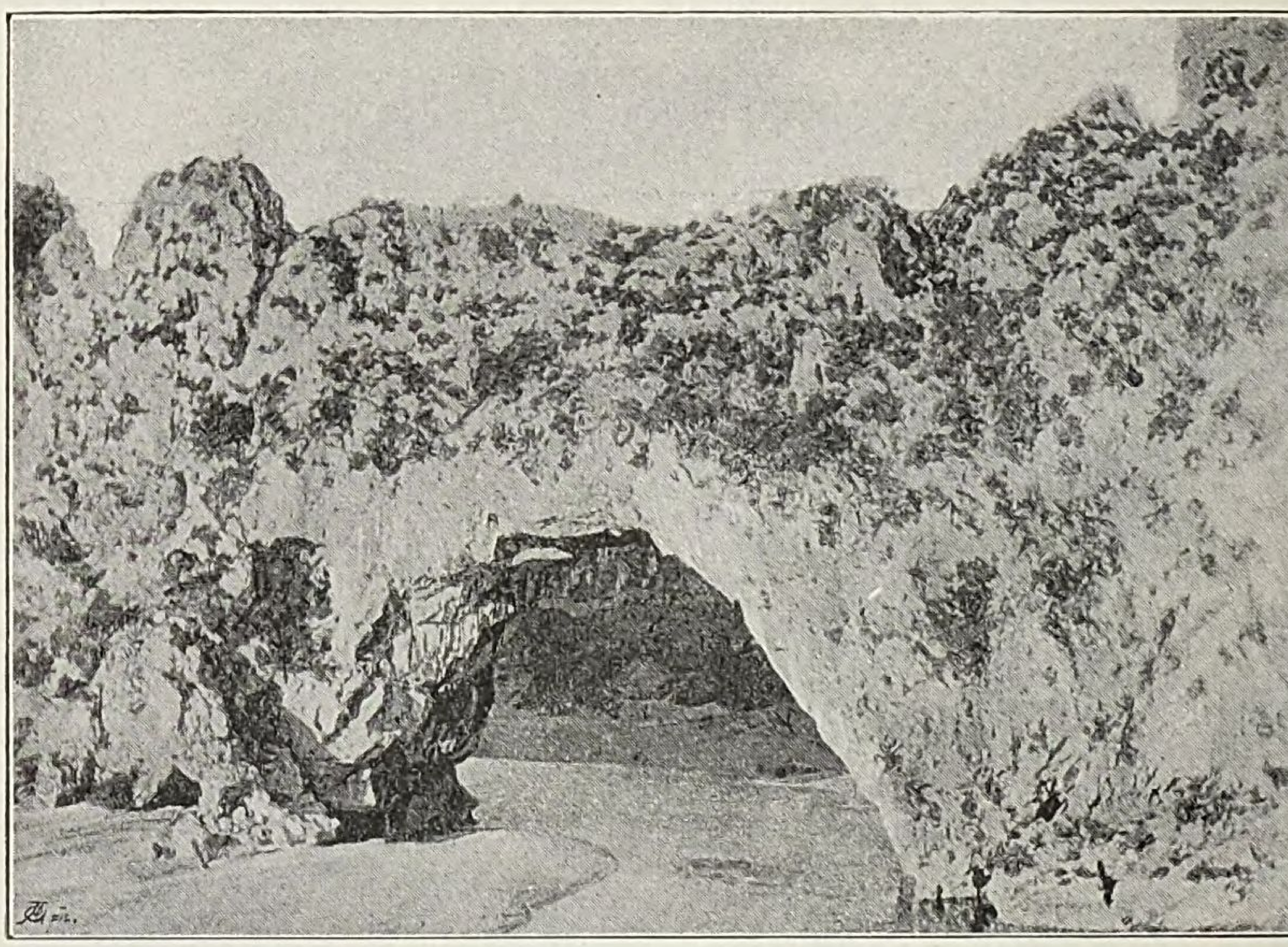
Hochgelegene Halbhöhlen, die in alten Strand- oder Uferlinien liegen, wurden bereits unter den Erosionserscheinungen mehrfach erwähnt. Die Abbildung auf Seite 89 zeigt eine solche, die hoch oben im Gebirge, etwa 300 Meter über der Sohle des Rettenbachthales in Oberösterreich, liegt. Der untere Theil zeigt noch deutliche Erosionserscheinungen, während die Decke durch Abbruch scharfkantig geworden ist. Derlei alte Uferhöhlen findet man ziemlich häufig in hohen Lagen, ferne von allen fließenden Gewässern.

Die Wirkung der Brandung läßt sich auch an den sogenannten Felsenthoren oder Naturbrücken häufig nachweisen, von denen aber nicht alle auf diese Weise entstanden sind. Die Felsenthore von Helgoland und ähnliche an den norwegischen,

---

1) Bädeker's Reisehandbuch erwähnt außer der blauen Grotte noch die Grotta bianca (weiße Grotte), Grotta rossa (rothe Grotte), die Grotta verde (grüne Grotte) und die Grotta delle Stalattite (Tropfsteingrotte).

italienischen und anderen Küsten sind unzweifelhaft durch Brandung ausgewaschen[1]). Das Gleiche gilt von der in geographischen Werken vielfach abgebildeten Felsbrücke von Kilken. Man sieht ja die Wirkung binnen kurzer Zeit vorwärtsschreiten, und einzelne Bogen einstürzen, während andere sich entweder vergrößern oder neu zu bilden beginnen. Man kann daher annehmen, daß auch viele andere, von Steilwänden vorspringende Felsthore durch Brandung zur Zeit einstiger Meeresbedeckung erzeugt wurden, man darf aber nicht vergessen, daß ähnliche Thore auch auf anderem Wege gebildet werden können, und muß sich wohl hüten, eine einzige Bildungsart als Gesetz generalisiren zu wollen. Dies beweist wohl am besten die Abbildung (S. 107) eines Felsthores bei Weißenkirchen an der Donau, welches sichtlich durch combinirte Auswitterung und Ueberdeckung entstanden ist, und daher zum Theil in die Classe der Ueberdeckungshöhlen übergreift.



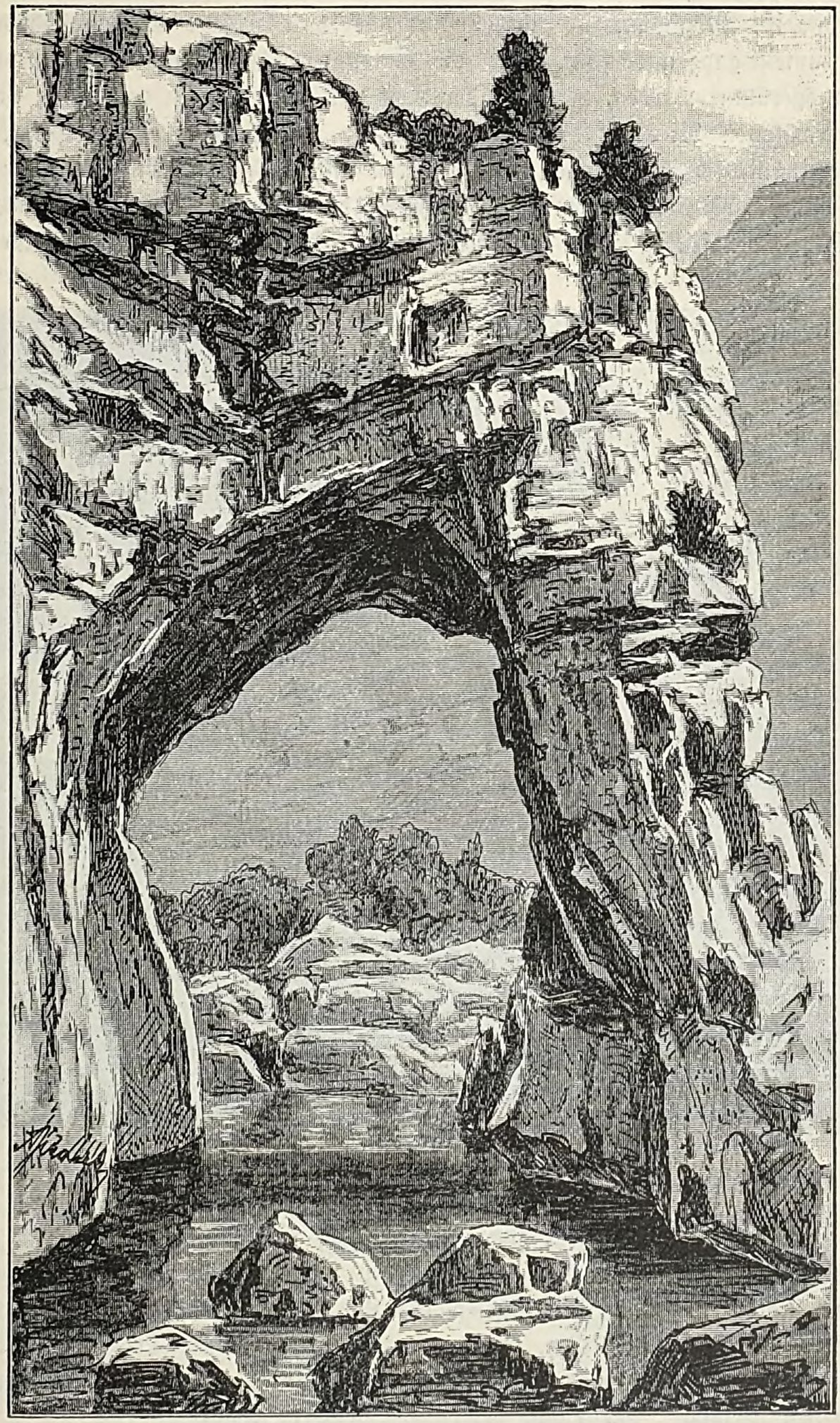
Pont d'Arc, nach einer Photographie von Alfred Reichert in Wien.

Das Felsthor in der mittleren der drei Klippen bei Capri, welche man unter dem Gesammtnamen der „Fraglioni" bezeichnet, ist z. B. sichtlich durch Meeresbrandung ausgewaschen. Die Naturbrücken in den Pyrenäen (Clot de Toro und Turmo d'Astos) sind dagegen nach Dufour Reste eines zerstörten Gebirges, welches unterwaschen worden ist. Die Felsthore und Naturbrücken im Rakbachthale zwischen Planina und Zirknitz, sowie der Eingang in die Riesenburg in Franken sind Reste eingebrochener Höhlen[2]), ebenso wie mehrere von den Felsthoren in Südfrankreich, wie der Grand Arc und vielleicht auch die Bogenbrücke (Pont des Arcs), während wieder andere durch Auswitterung sich gebildet haben, worunter jene in Dolomitgesteinen (Arc de Mycènes), in Sandsteinen und in Conglomeraten die häufigsten

[1]) Drei sehr interessante Abbildungen von Strandhöhlen und Felsenthoren enthält der 60. Bd. der Zeitschrift „Globus" (Braunschweig 1891) im Aufsatze: Die Westküste Irlands.

[2]) Goldfuß beschreibt auch (l. c. S. 35) den Felsbogen oder Triumphbogen nächst dem schönen Stein im Franken-Jura, dessen Oeffnung 60 Schuh hoch und 20 Schuh breit ist. Eine Abbildung desselben war leider nicht zu beschaffen.

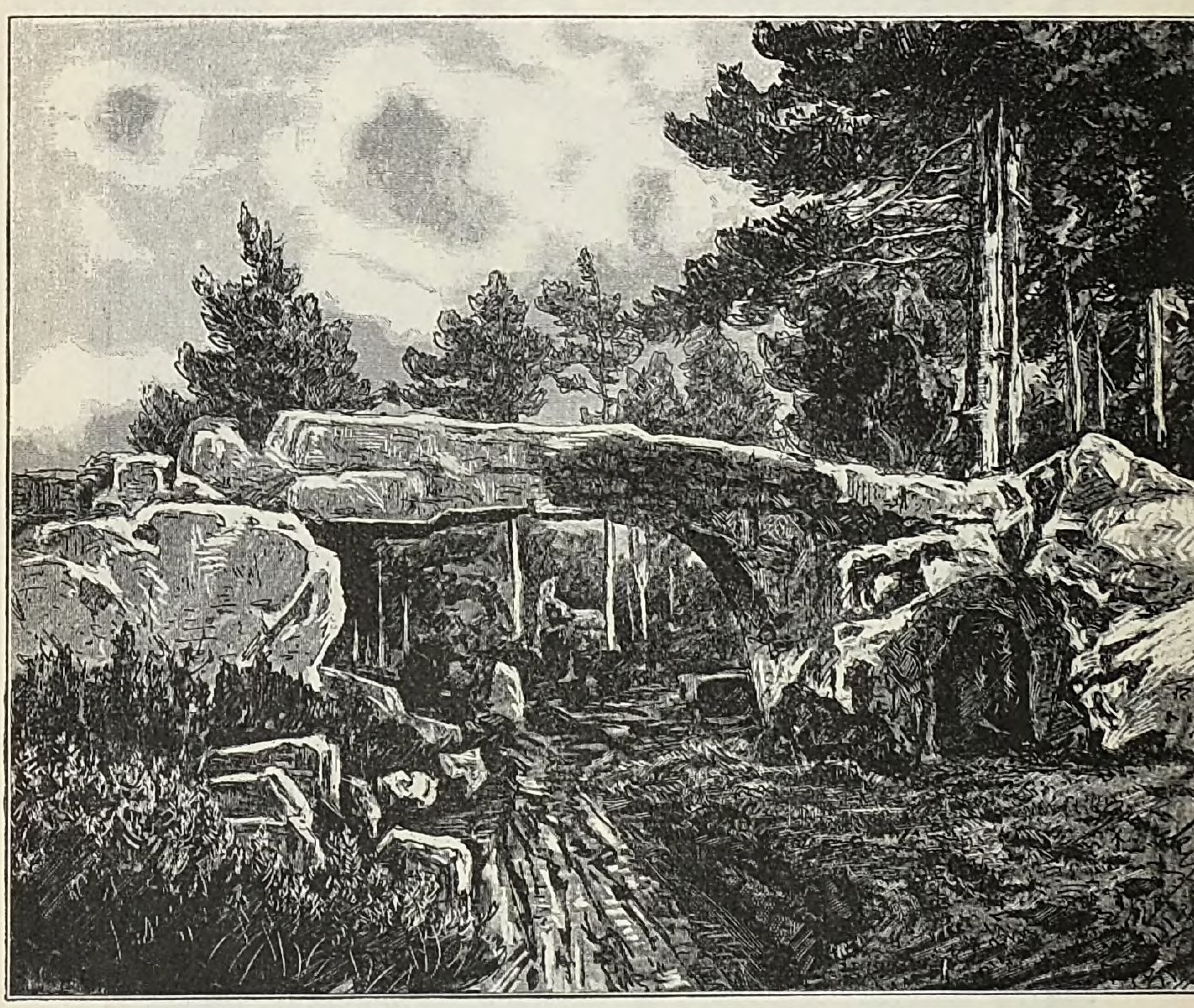
sein dürften. Manchmal haben aber auch verschiedene Ursachen zusammengewirkt, oder was die eine begonnen hat, wurde von der anderen vollendet.



Grand Arc in der Schlucht des Lamaloubaches nach Martel.

Eine ganz eigenthümliche Art von Halbhöhlen existirt im Thale der kleinen Krems gegenüber von der Ruine Hartenstein in Niederösterreich (nordwestlich von Krems). Durch Ausbrechen von Felsblöcken sind Nischen mit scharfen Rändern ent-

standen, die hoch oben am Gehänge liegen, wo die senkrechten Wände beginnen. Sie scheinen erst einer späten Zeit anzugehören und sind jedenfalls viel jünger als die in derselben Lehne liegenden Erosionshöhlen, unter denen die Eichmayerhöhle die bedeutendste ist. Möglicherweise gibt es dort noch weit größere Erosionshöhlen, allein sie sind zumeist ganz ausgefüllt. Auch die Eichmayerhöhle ist nur in ihrem vorderem Theile ausgeräumt worden, während der Rest voll von Blöcken und Lehm ist. Unter den vorerwähnten Auswitterungshöhlen ist besonders eine interessant, welche zwei übereinanderliegende Etagen besitzt, deren untere durch einen Felspfeiler gestützt ist und daher zwei Oeffnungen hat, während die obere eine einzige, große offene Nische bildet, die seitlich noch zwei fensterartige Oeffnungen hat. Auffallend ist die



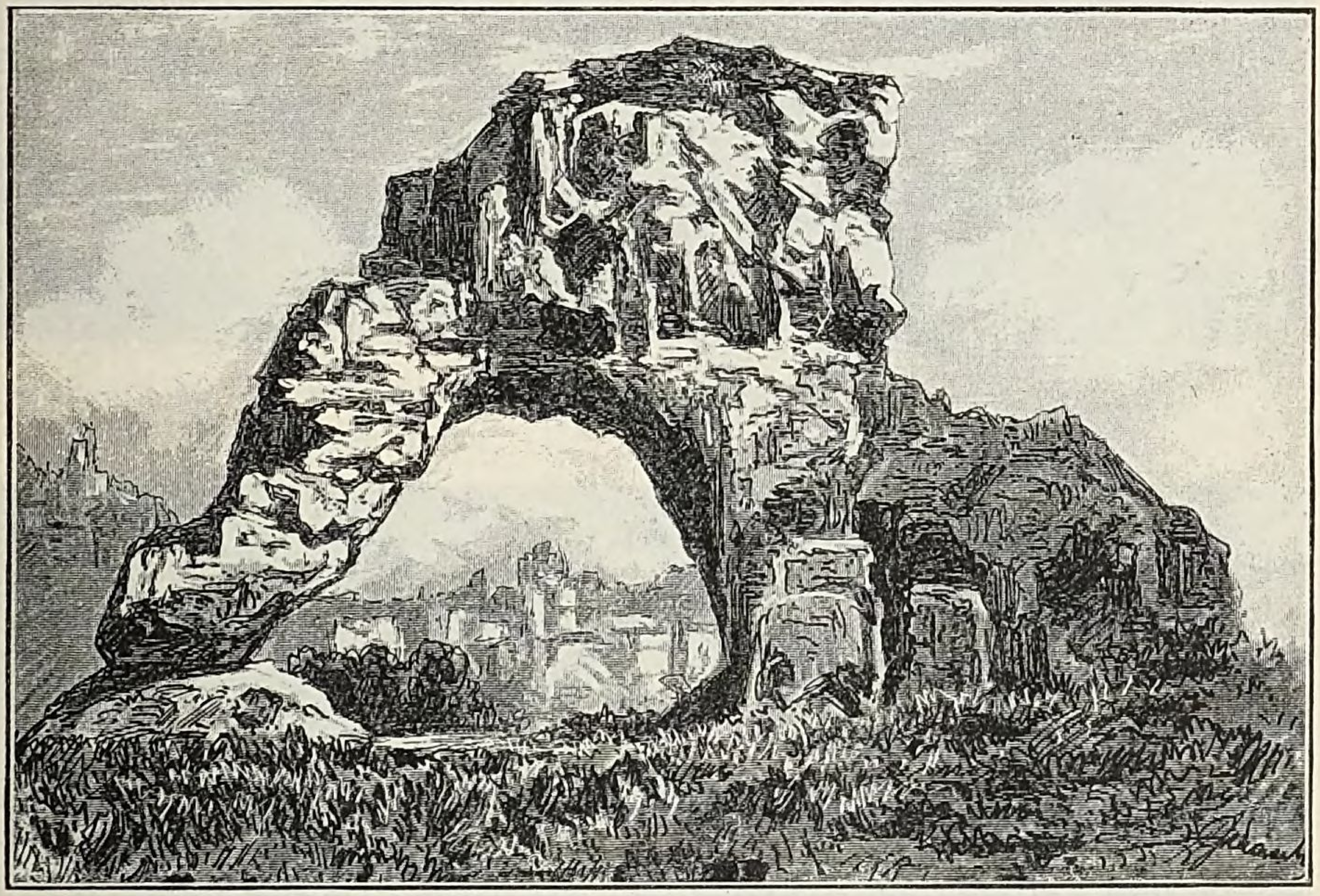
Pont des Arcs in Südfrankreich, nach Martel.

leichte Ersteiglichkeit der etwa zwei Meter hoch liegenden oberen Etage. Einige Vorsprünge scheinen eigens dazu geschaffen zu sein, um das Hinaufklettern zu erleichtern. Nachdem die meisten Höhlen des Kremsthales bewohnt waren und prähistorische Funde geliefert haben, so ist es möglich, daß diese Tritte durch künstliche Nachhilfe gemacht wurden, was man in Folge der starken Verwitterung heute nicht mehr nachzuweisen vermag. Die Höhle heißt „der steinerne Saal".

Auch die Gudenushöhle an der gegenüberliegenden Lehne desselben Thales ist eine Halbhöhle, die einst bewohnt war, und die viele Artefacte geliefert hat[1]). Ob

[1]) Die Mittheilungen der „Anthropologischen Gesellschaft in Wien" enthalten wiederholt Nachrichten über die Funde aus der Gudenushöhle.

sie als Rest einer durch den Flußlauf erodirten und späterhin eingestürzten Höhle betrachtet werden darf, mag hier nicht näher untersucht werden. Die schluchtartige Thalenge möchte zwar für diese Entstehungsart sprechen, allein es kann auch ebensogut angenommen werden, daß der Fluß die Höhle nach erfolgter Thalbildung ausgewaschen habe, über dessen Niveau sich die Höhlensohle nur wenig erhebt. Die Form der Höhle deutet auf jene der sogenannten Oefen hin, und unterscheidet sich von diesen halbrunden Nischen (welche man so häufig an felsigen Bach- oder Flußufern findet) nur dadurch, daß sie zwei durch einen Felspfeiler getrennte Eingänge besitzt. Der größere (Eingang) liegt stromaufwärts und der kleinere (Ausgang) stromabwärts, der Flußrichtung nach gerechnet. Der hier vorspringende Fels der Burg Hartenstein, in dessen Fuß die Höhle liegt, verengt plötzlich das Thal und dadurch sind die Bedingungen zur Bildung einer Erosionshöhle bereits gegeben.

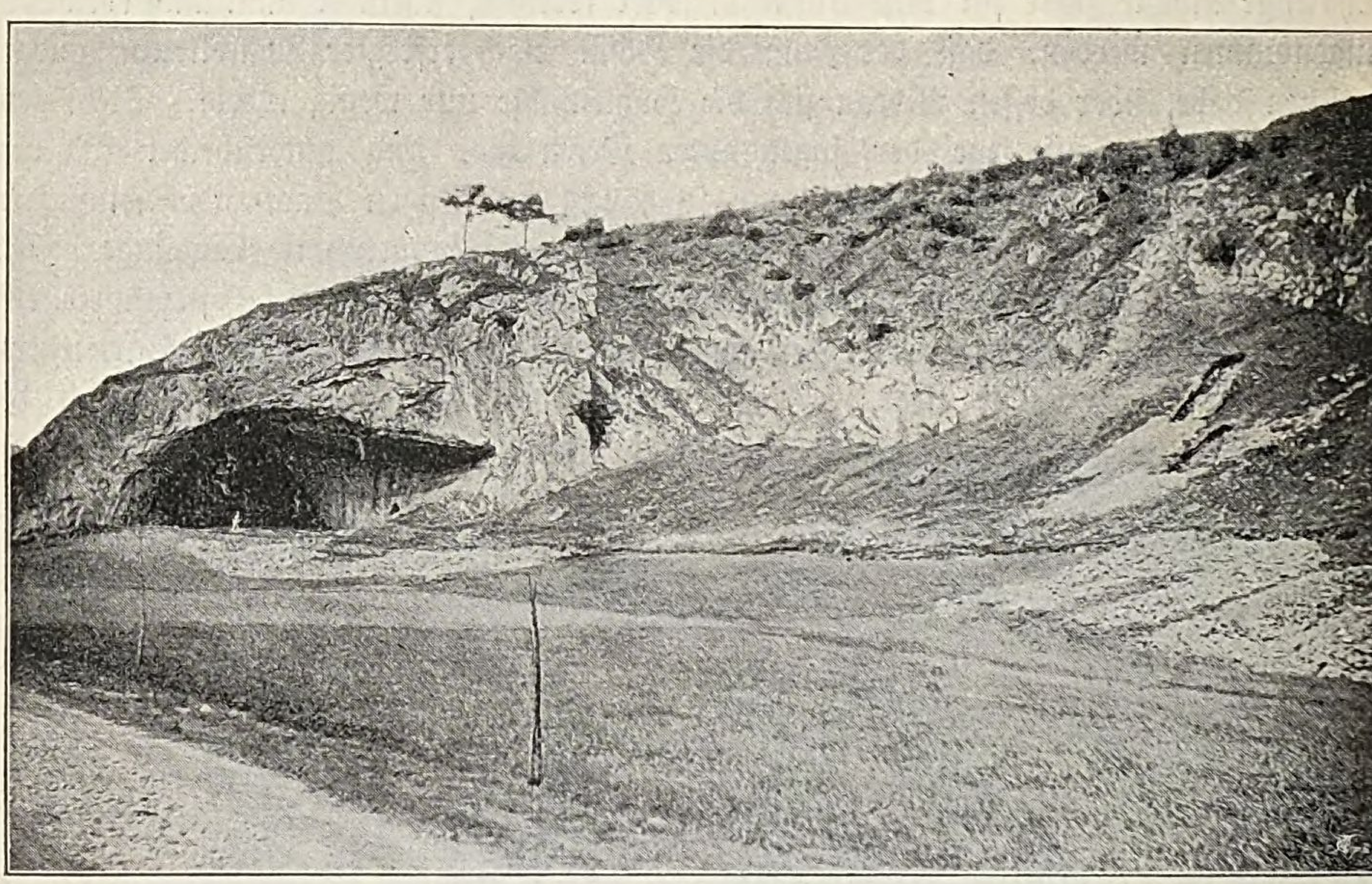


Porte de Mycène, nach Martel.

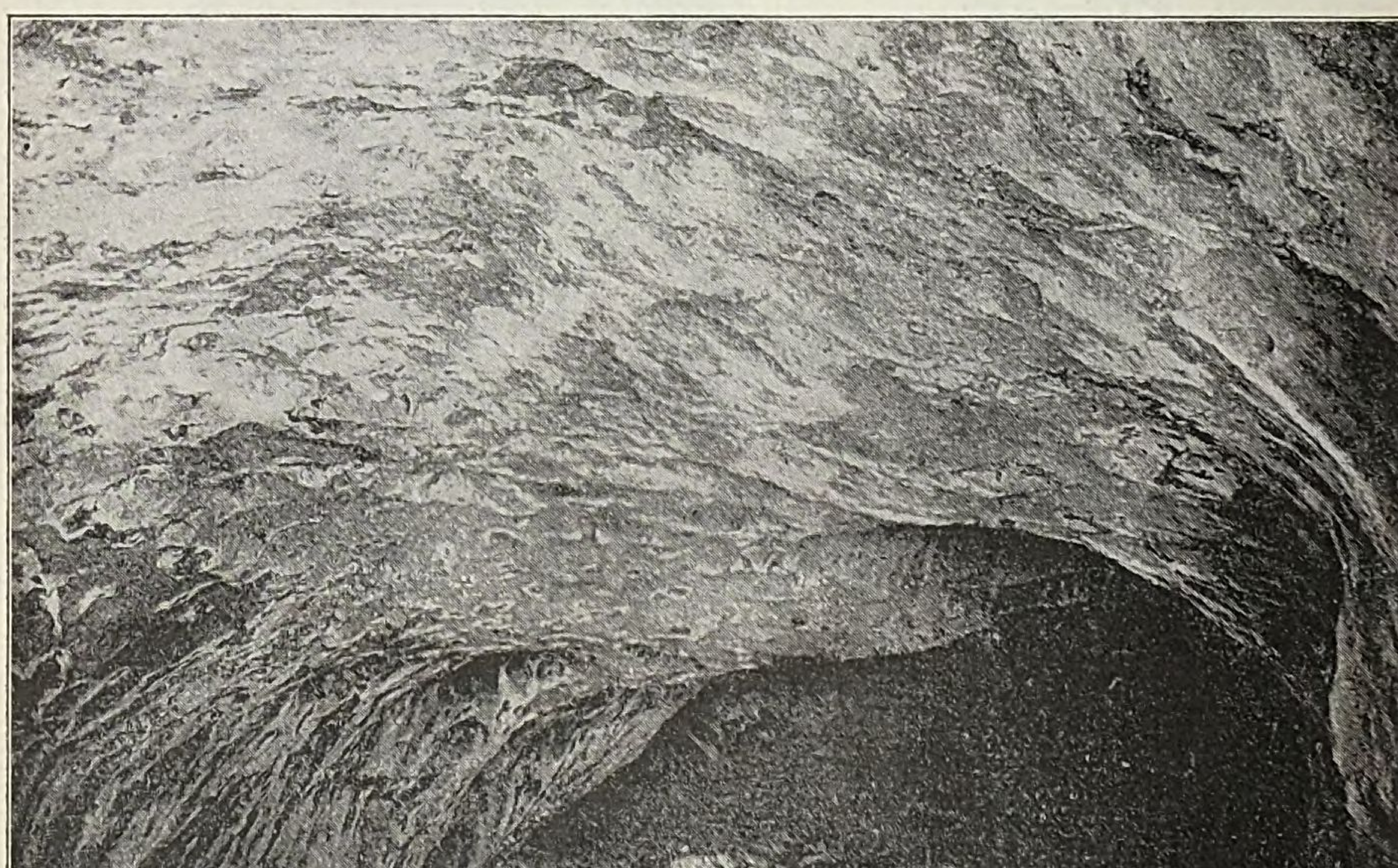
Je weicher das Gestein ist, desto leichter muß es naturgemäß erodirbar sein. Die Sandsteine der sächsischen Schweiz zeigen daher allerhand merkwürdige Gebilde, unter denen das bekannte Prebischthor vielfach in Reisewerken abgebildet worden ist. Der steinerne Saal bei Wehlen (ebenfalls in der sächsischen Schweiz), scheint ein zur Halbhöhle gewordener Rest einer einst größeren Höhle zu sein. Höchst sonderbare Gebilde beschreibt Siebold (Nipon, Archiv zur Beschreibung von Japan, Leyden 1852). Einige Strandbildungen sind auch in dem seinem Werke beigegebenen Atlas abgebildet (Felsenthor bei Hasirimits in Sagami — die Kanne in Kadsusa — Küstenpartie von Tsukaru), die höchst bizarre Formen besitzen.

Bei manchen durch Meeresbrandung erzeugten Höhlen, die sich derzeit weitab vom Meeresstrande und hoch über dem Meeresniveau befinden, kann man die Entstehungsart noch an deutlichen Strandlinien erkennen. Ein sehr schönes Beispiel hierfür ist das Felsthor im Causse noir, welches Martel S. 186 seines Werkes „Les Cevennes“

abbildet. In diesem Buche sind auch noch mehrere andere Naturbrücken und Felsthore erwähnt und abgebildet, welche zum Theil Auswitterungserscheinungen sein dürften,



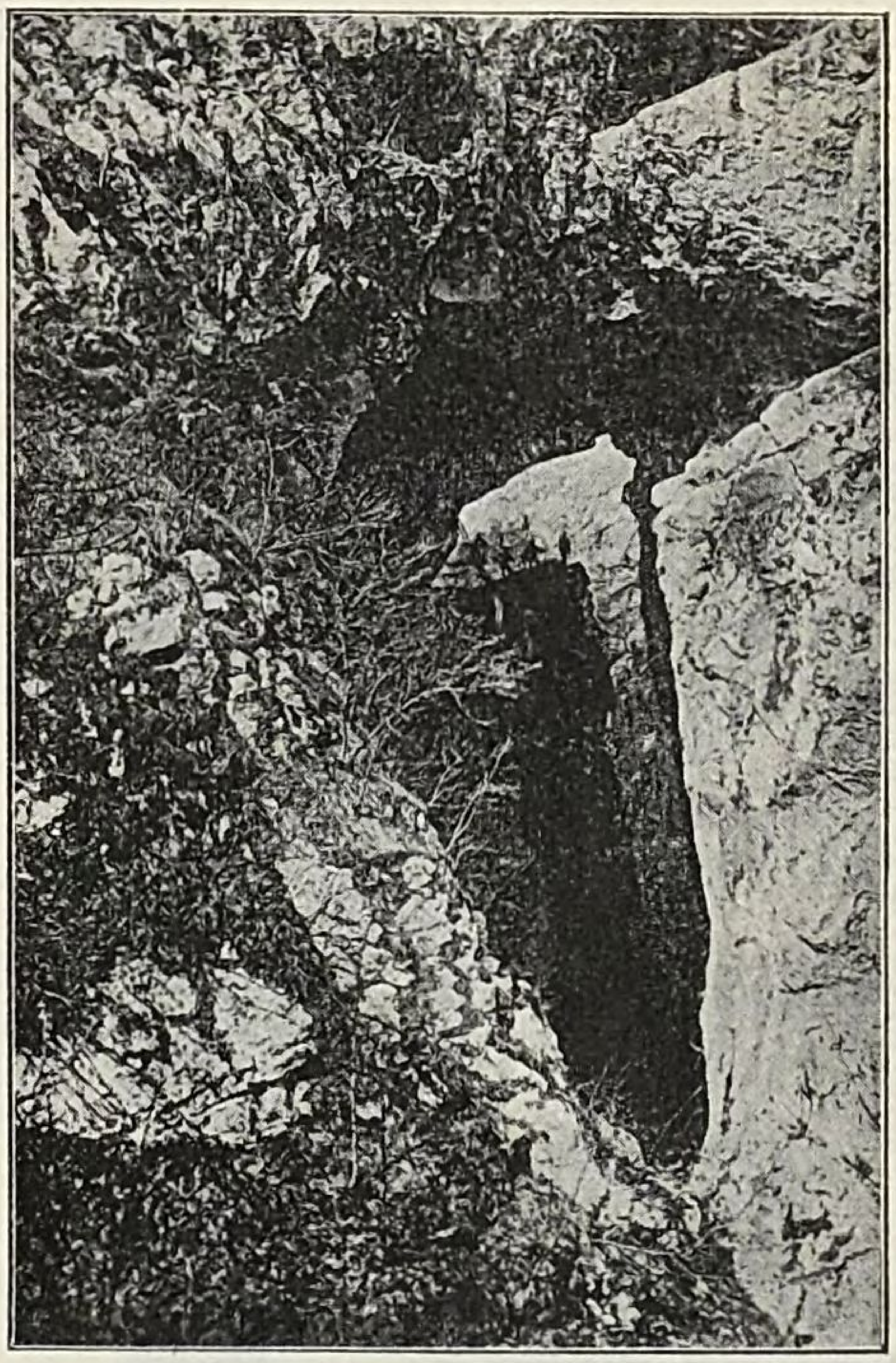
Außenansicht der „Kůlna" nach einer Photographie von Dr. Kříž.



Innenansicht der „Kůlna" nach einer Photographie von Dr. Kříž.

was insbesondere von jenen gilt, die im dolomitischen Gesteine liegen, wie „Porte de Mycène" (siehe S. 95) oder auch Resten von Höhlendecken gleichen, wie „Pont des

Arcs“ (siehe S. 94). Herr Martel war so freundlich zu gestatten, daß diese Abbildungen reproducirt werden dürfen. In dem erwähnten Werke befinden sich aber noch viele andere Durchlöcherungen von Felsen abgebildet und darunter einige von höchst merkwürdiger Form, wie S. 188 „Roche trouée de Causson“, S. 193 „Der Dromedarfels“ und noch viele andere. Einer anderen Martel'schen Publication (Noveaux Rochers des Causses, Paris 1890) ist die Abbildung S. 93 entnommen, welche den „Grand Arc“ in der Schlucht des Lamaloubaches (einem Zuflusse des Héraultflusses) vorstellt und der ebenso gut ein Rest einer eingestürzten Höhle sein kann, als eine einfache Durchlöcherung eines Felsvorsprunges durch den Wildbach. Es soll nach Martel in dieser Schlucht noch mehrere solcher Bogen geben.


Riesenthorklamm, Innenansicht.

Unter die Felsbrücken kann man füglich auch jene kurzen Höhlen rechnen, welche Durchgänge bilden. Der Bogen der kleinen Naturbrücke (siehe Abbildung S. 200) ist nur zwei Meter breit, jener der benachbarten Felsbrücke nächst der sogenannten Selzacher Säge ist mehr als zwanzigmal so mächtig, desgleichen die große Naturbrücke (siehe Abbildung S. 199). Eine genaue Grenze, bei welchen Dimensionen die Bezeichnung Felsbrücke oder Naturbrücke aufzuhören hat, läßt sich daher nicht ziehen; denn es gibt Reste eingebrochener Höhlen in großer Anzahl, bei denen man in Verlegenheit kommt, ob man sie als Felsbrücken oder als Höhlen bezeichnen soll. In dem Höhlencomplexe von Seele (bei Gottschee in Krain) gibt es solche Höhlenreste in allen Dimensionen, und auch diese sind mitunter durch partielle Deckenbrüche noch durchlöchert. Sehr häufig werden solche kurze Reste von Höhlen als „Durchgänge“ oder als „Durchgangshöhlen“ bezeichnet. Hierzu gehört auch die Kůlna im mährischen Devongebiete nächst Sloup, die interessante prähistorische Funde geliefert hat. Die Abbildungen auf Seite 96 zeigen die beiden Eingänge dieses kurzen Durchganges, der in allen Theilen vom Tageslichte erhellt wird. Mehr den Felsbrücken nähert sich die Riesenthorklamm in dem schmalen Grate, der die große von der kleinen Doline von St. Canzian trennt und eines der imposantesten Schaustücke des Karst bildet. Derlei Höhlenreste bilden den Uebergang von den eigentlichen Höhlen zu den Felsbrücken.

Fassen wir Vorstehendes kurz zusammen, so resultirt daraus, daß die Bildung von Halbhöhlen und von Felsthoren auf folgende Ursachen zurückzuführen ist:

1. Halbhöhlen entstehen durch den Einsturz größerer Höhlen, von denen einzelne Theile als nischenartige Räume erhalten blieben.

2. Durch die Erosion, durch Brandung, Windwirkung oder sonstige atmosphärische Einflüße.

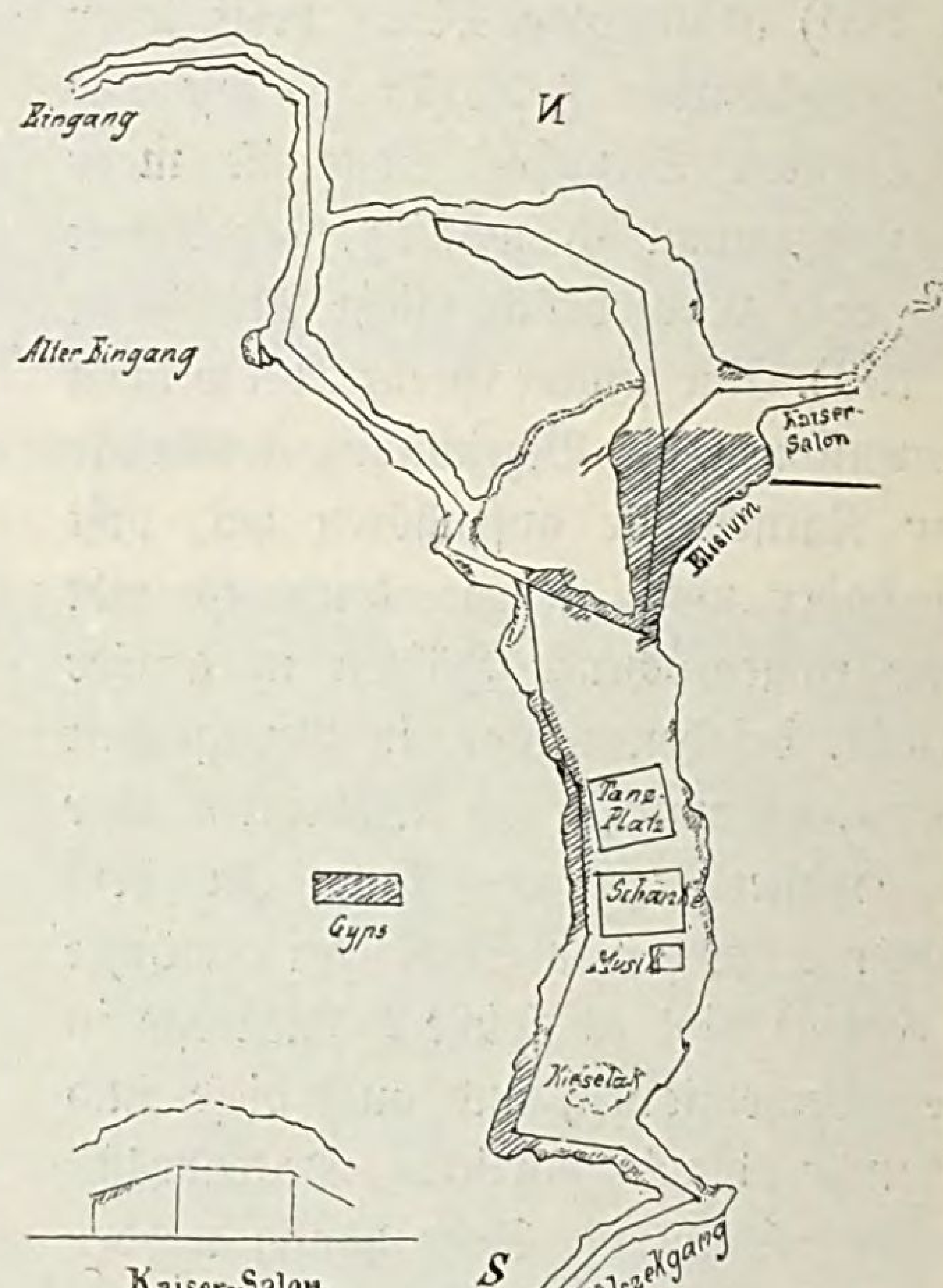
3. **Felsbrücken** sind Ueberreste eines zerstörten Gebirges, u. zw. entweder stehen gebliebene Bogen von Höhlendecken oder directe Bildungen durch Brandung oder andere äußere Einflüsse (Frost, Wind &c.).

E. Corrosionshöhlen.

Die chemische Erosion (Corrosion = Auslaugung) ist zumeist eine Begleiterin der mechanischen Erosion (Ausscheuerung). Insbesondere in solchen Höhlen, in denen Wasser zu stagniren und hoch aufgestaut zu sein pflegt, erkennt man die Wirkung



Eingang in die Haupthalle der Krausgrotte.



Krausgrotte (Grundriß).

der Corrosion an gewissen Zeichen, auf welche Hochstätter aufmerksam gemacht hat. Er beobachtete die Erscheinungen zuerst in der Kreuzberggrotte bei Laas in Krain, welche durch ihre reichen Knochenlager berühmt ist, und bildete die unregelmäßigen Vertiefungen im Gesteine, welche durch die chemische Lösung der weicheren, leichter löslichen Partien entstanden sind und die durchwegs ziemlich scharfe Ränder zeigen, in seiner im 43. Bande der Denkschriften der mathematisch-naturwissenschaftlichen Classe der kais. Akademie der Wissenschaften in Wien (1881) erschienenen Arbeit über die Kreuzberghöhle ab. Noch deutlicher und weiter ausgetieft sind diese unregelmäßigen Grübchen in den Wänden der Krausgrotte bei Gams ausgeprägt, welche eine jener wenigen Höhlen ist, in denen der Corrosion der Hauptantheil an der Höhlenbildung zugeschrieben werden darf. Derartige Höhlen kennt man nur drei. Ausführlich

wurde dieser so selten vorkommende Proceß in der Zeitschrift „Die Natur"[1]) beschrieben. Die betreffenden Stellen lauten:

„Außer der von Hofrath von Hauer aufgestellten Theorie über die Bildungsursache der Krausgrotte[2]) gibt es noch eine zweite von Director Döll[3]). Dieser schreibt der Verwitterung der Eisenkiese, d. h. sowohl der hemitessularen Pyrite, als auch der rhombischen Markasite, die Bildung derjenigen Höhlen zu, bei denen die Entstehung durch Gesteinsumwandlung an den vorhandenen metamorphosirten Producten nachweisbar ist. Die Eisenkiese — sagt Director Döll — sind Doppelt-Schwefeleisen, das sich unter Zutritt von Wasser und Luft in freie Schwefelsäure und Eisenvitriol umsetzt. Mit Kalk in Berührung kommend, bildet die freie Schwefelsäure damit Gips, wobei Kohlensäure frei wird, während zwischen dem Vitriole und Kalke ein Austausch der Bestandtheile stattfindet, wobei die Schwefelsäure des Eisenvitriols mit dem Calciumoxide des Kalkes gleichfalls Gips bildet, während die Kohlensäure des Kalkes zum freigewordenen Eisenoxydule tritt und kohlensaures Eisenoxydul entsteht, das meist wieder zu Brauneisen (Eisenoxydhydrat) reducirt wird. Obwohl dieser Theorie unter gewissen Bedingungen die Bildung von Hohlräumen zugeschrieben werden kann, so steht derselben doch die Thatsache gegenüber, daß jene Hohlräume, die unzweifelhaft auf diese Art entstanden sind, nur unbedeutend sind und nicht den Namen von Höhlen verdienen[4]). Die Mitwirkung der Verwitterung der Eisenkiese bei der Bildung der größeren Höhlen ist noch nicht so weit nachgewiesen, daß man es wagen dürfte, ihr einen größeren Einfluß zuzuschreiben, so lange die einfacheren Vorgänge für die Erklärung der Bildung gewisser Höhlen ausreichen".

„Annehmbarer erscheint für die drei im Eingange erwähnten Localitäten[5]) die Theorie von Hofrath von Hauer. Gestützt auf das Analogon der Grotte des serpents, versucht Hofrath von Hauer die Gipse der Krausgrotte, die dem Aussehen und der Lagerung nach entschieden als eine Neubildung betrachtet werden müssen, mit Hilfe der Annahme zu erklären, daß die jetzt etwa 100 Meter unterhalb der Grotte ausbrechende Therme, die freie Schwefelwasserstoffe in großer Menge enthält, vordem ihr Reservoir in der Grotte gehabt habe, und die Gipse der Contactwirkung ihr Entstehen aus dem kohlensauren Kalke durch Umwandlung verdanken. Nach den Versuchen, welche Bischof in seinem Lehrbuche der chemischen und physikalischen Geologie — II. Aufl., I. Bd., S. 842 — anführt, läßt sich Gips durch Schwefelwasserstoff

[1]) Höhlenbildung durch Metamorphismus in der Zeitschrift „Die Natur", Halle 1891, 40. Jahrgang, Nr. 17.

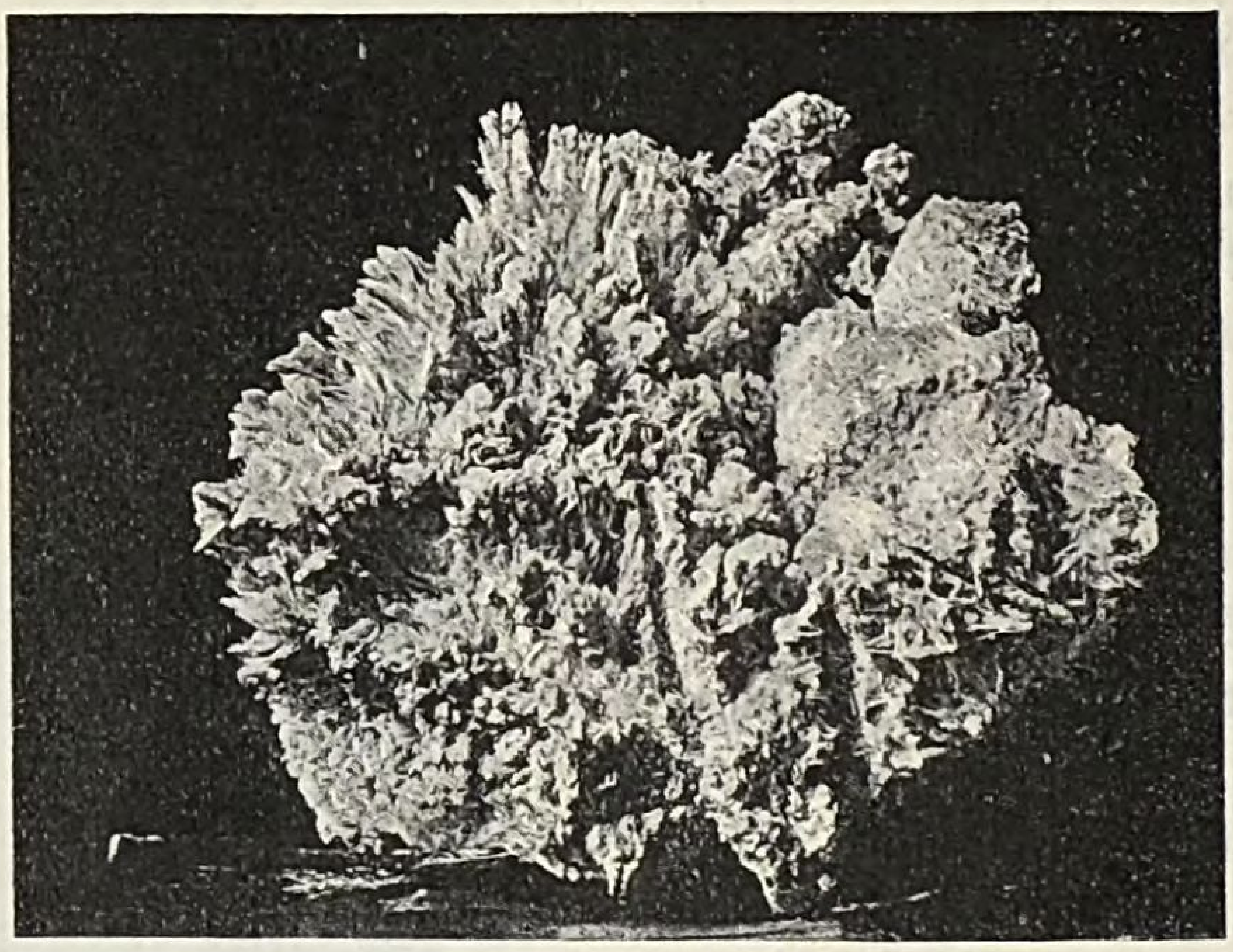
[2]) Die Gipsbildungen in der Krausgrotte bei Gams, Verhandlungen der k. k. geologischen Reichsanstalt, Wien 1852, Nr. 2, S. 21, und Oesterreichische Touristenzeitung, Wien 1885, V. Bd., Nr. 2, S. 13.

[3]) Mittheilungen der Section für Höhlenkunde des österreichischen Touristenclub, Wien 1886, V. Jahrg., S. 9.

[4]) Director Döll bezieht sich auf eine Beobachtung, welche Professor Gustav Adolf Koch im Aurachthale (Oberösterreich) angestellt hat, wo im Wiener Sandsteine eigenthümliche, kugelige Räume, mit meist trichterförmigem Eingange, in verschiedenen Größen (bis zu mehreren Centimetern Durchmesser) vorkommen, welche durch Auswitterung von Eisenkiesen entstanden sind. Vide: Mittheilungen der Section für Höhlenkunde des österr. Touristenclub, Wien 1886, V. Jahrg., S. 13, Fußnote.

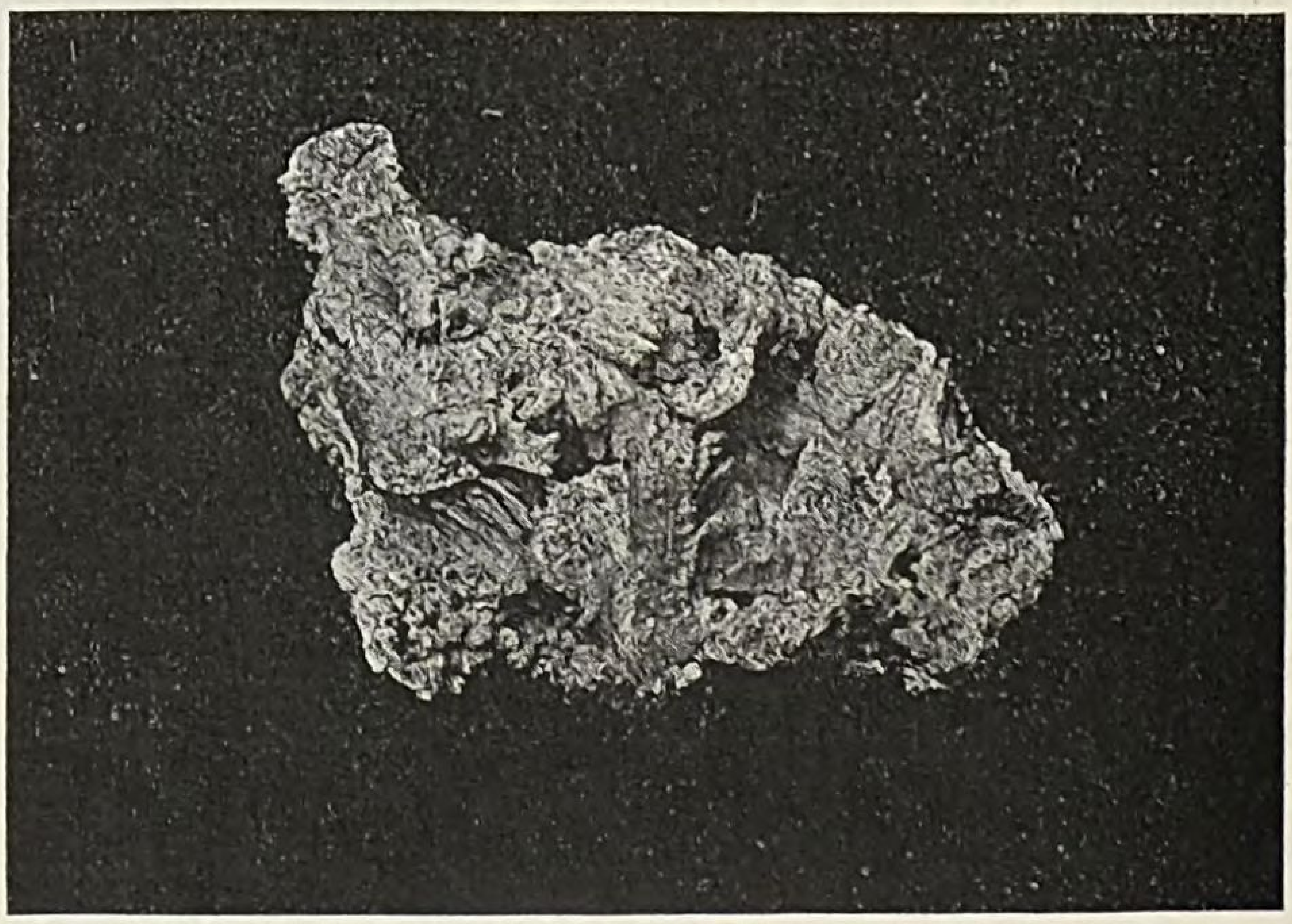
[5]) Krausgrotte bei Gams in Obersteiermark, Grotte des serpents bei Aix in Savoyen und Star cave (eine Abtheilung der Mamuthgrotte) in Kentucky in Nordamerika. Seither sind auch, wahrscheinlich pseudomorphe Gipse aus der Wyandotte cave in Nordamerika bekannt geworden.

aus Kreide, die zu einer milchigen Flüssigkeit angerührt wurde, erzeugen, ohne daß sich ein Absatz von Schwefel bildet, wenn der Proceß bei niedrigen Temperaturen vor sich geht. Ein Schwefelabsatz stellt sich dann erst ein, wenn die Temperatur des eingeleiteten Gases auf + 80° C. erhöht wird. Die mittlere Temperatur der Gamser Therme beträgt derzeit + 16° C. Sie ist jedoch dadurch beeinträchtigt, daß sich das



Pseudomorpher Gips aus der Krausgrotte nach einer Photographie von Dr. Köchlin.

Thermalwasser vor seinem Austritte mit Wildwasser mischt. Zur Zeit, als die Quelle die Höhle durchfloß, mag die Temperatur wohl eine höhere gewesen sein; jene Höhe aber, die zur Ausscheidung von Schwefel führt, hat sie gewiß nie erreicht, und deßhalb



Stängeliger Gips aus der „Star cave" nach einer Photographie von Dr. Köchlein.

findet man auch nicht die Spur von Schwefel in den ungeheuren Mengen von Gips, der sich zum größten Theile am Boden angehäuft hat, an vielen Stellen aber noch die Decke mit krystallisirten Ueberzügen bedeckt. Der Theorie von Hofrath von Hauer widerstreitet scheinbar der Umstand, daß die Gipse nicht regelmäßig abgelagert sind, sondern nur Haufwerke längs den Wänden bilden, während der tiefere Mittelraum nur einen Boden von Höhlenlehm zeigt. Bei aufmerksamer Beobachtung zeigt es sich

jedoch, daß die fehlende Partie nachträglich erodirt worden ist, weil man an einer Stelle, fast am äußersten Ende der Haupthalle (53 Meter lang und 10—14 Meter breit), noch einen zwei Meter unter das Niveau des Lehmes reichenden Rest von Gips finden kann, und zwar ist dies eine geschützte Stelle, an welcher die durch einen senkrechten, großen Schlot an der Decke eingedrungenen Tagwässer nur geringe erodirende Wirksamkeit zu äußern vermochten".

„Solcher Schlote gibt es mehrere in der Grotte, aber die Erosionsspuren in denselben unterscheiden sich merklich. Während der große Schlot am Ende der Haupthalle glatt gescheuert erscheint, und unterhalb desselben sich Reste einer leider zerstörten Tropfsteingruppe zeigen, sind die anderen Oeffnungen in der Decke von ganz verschiedener Form und enden zumeist blind. Viele derselben sind sogar noch theilweise mit Gipskrystallen ausgekleidet, was wohl der beste Beweis ist, daß keine Tagwässer hier eingedrungen sein können, weil diese die nur lose zusammenhängenden, weichen Gips-Aggregate jedenfalls sofort weggefegt hätten. Da läßt sich wohl keine andere Ansicht aussprechen, als daß sie durch den Wasserdruck entstanden seien, der an Spalten oder leichter lösbaren Kalkpartien Angriffspunkte fand und von da aus excentrisch das Umwandlungswerk fortgesetzt hat".

„In der gleichen Weise müssen auch jene halbrunden Nischen entstanden sein, die noch theilweise reich mit drusigem Gipse besetzt sind und deren Oberfläche rauh, voll Gruben und mit Unebenheiten übersäet ist, welche zeigen, daß diese stark an die sogenannten Oefen an den felsigen Ufern von Bächen mahnenden Vertiefungen durch eine mechanische Erosion nicht entstanden sein können, sondern, von einem Centralpunkte ausgehend, durch die chemische Lösung des Kalkes entstanden sein müssen. Derlei Nischen in der Größe von 1—2 Metern liegen besonders an zwei Orten so dicht nebeneinander, daß sie sich berühren und nur scharfe Schneiden zwischen ihnen übrig bleiben. An anderen Orten sind sie einander nicht auf der Außenseite nahe, sondern berühren sich in Folge ihrer Stellung an einem anderen Punkte, wo ein Theil der Scheidewand verschwunden ist und die beiden Nischen daher durch Löcher miteinander correspondiren".

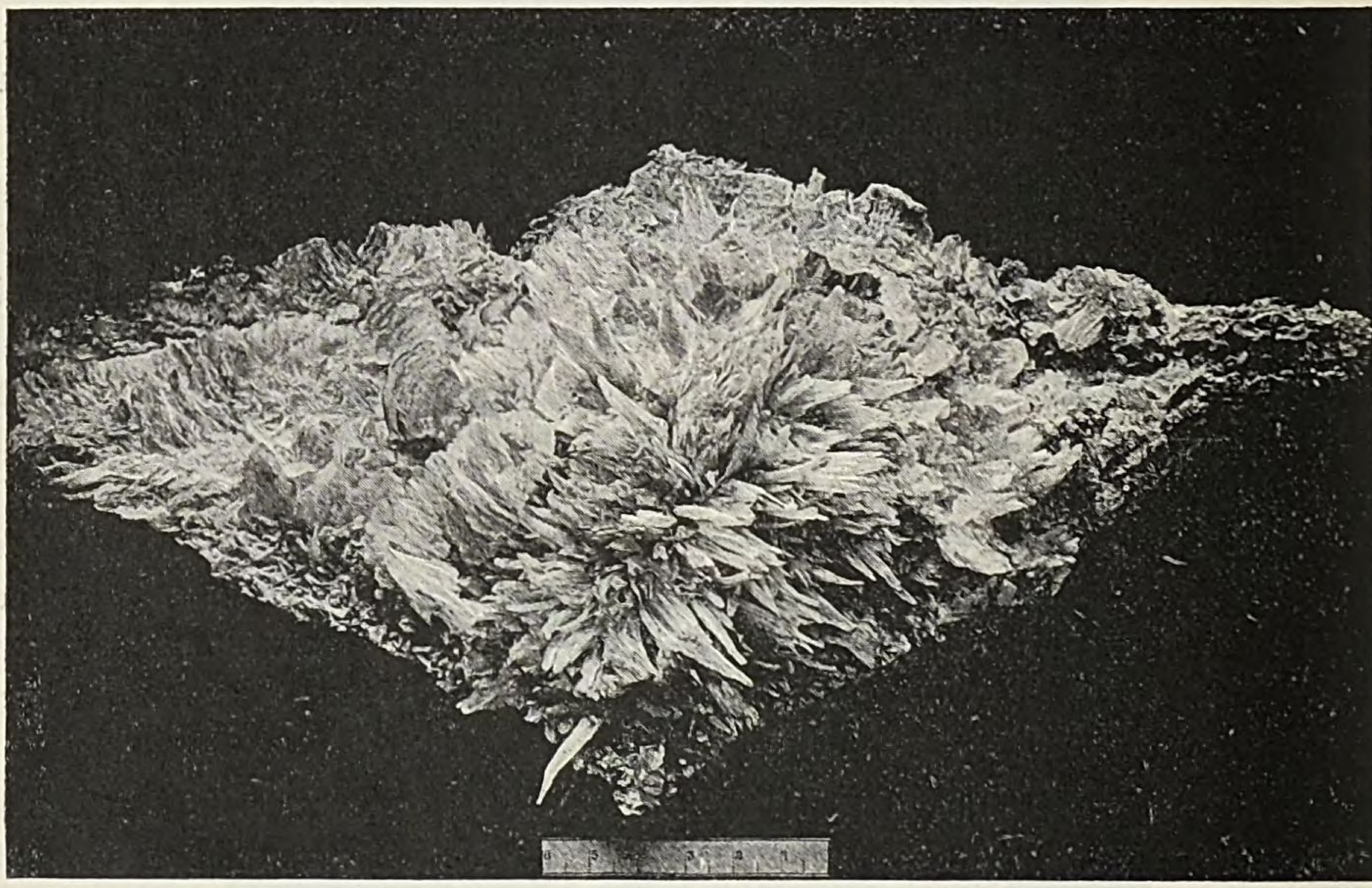
„Alle diese Erscheinungen sind ebensoviele Beweise, daß man es in der Krausgrotte mit einem chemischen Processe zu thun hat, der die Höhle wo nicht ursprünglich gebildet, aber doch wesentlich erweitert hat. Die Umwandlungsproducte weisen darauf hin, daß die Gamser Therme vermöge ihre chemischen Beschaffenheit im Stande ist, solche Producte zu erzeugen, und darum ist die von Hofrath von Hauer aufgestellte Erklärungsart wohl als die natürlichste und berechtigste für den vorliegenden Fall zu betrachten".

Hierzu kommt noch als weiteres Beweismoment der Umstand, daß auf einigen von Hofrath von Hauer gesammelten Handstücken (von der Höhlendecke) die Crinoidenstiele des Hierlatzkalkes oberflächlich ebenfalls in Gips verwandelt gefunden wurden. Die Krausgrotte kann daher füglich als ein Beispiel einer durch Corrosion erzeugten oder mindestens zur ihrer jetzigen Form umgestalteten größeren Höhle[1]) betrachtet werden. Die Präexistenz einer Kluft, welche das Aufsteigen der Thermalwässer gestattete, muß jedoch auch hier angenommen werden.

Die Fälle, daß durch Gesteinsumwandlung größere Höhlen erzeugt werden, sind so selten, daß es diesem Umstande wohl zuzuschreiben ist, daß dieser eigenthüm-

[1]) Die Gesammtlänge der Haupthöhle mit ihren Seitengängen beträgt 250 Meter.

lichen Art von Höhlenbildung in keinem geologischen Lehrbuche gedacht ist. Ein Unicum ist die Krausgrotte bei Gams (nächst der Eisenbahnstation Landl der Kronprinz Rudolfbahn in Obersteiermark) nur für Oesterreich, denn es gibt, wie bereits erwähnt wurde, noch eine ähnliche Höhle bei Aix in Savoyen, die aber wegen der in ihr befindlichen irrespirablen Schwefelwasserstoffgase erst ein einziges Mal von einem französischen Gelehrten so weit besucht worden ist, als der mitgebrachte Respirationsapparat langte. Seither ist das Gipsvorkommen aus der Grotte des serpents in Vergessenheit gerathen und im Musée d'histoire naturelle in Paris dürften die einzigen Stücke vorhanden sein, welche von der Grotte stammen. Nach Hellwald soll sich ähnlicher Gips in der star cave[1]) befinden. Das k. k. naturhistorische Hofmuseum in Wien erhielt jedoch Proben von dort, welche sich durch ihre stängelige Structur wesentlich von den sicher pseudomorphen Gipsen der Krausgrotte unterscheiden. Ihre Entstehung ist daher noch nicht mit Sicherheit festzustellen. Weit mehr Aehnlichkeit



Gips aus der Wyandotte Cave.

mit den Gipsen aus der Krausgrotte haben jene aus der Wyandotte Cave, welche dieselbe strahlige Form besitzen wie jene. Die Abbildung eines im Besitze der Smithsonian Institution befindlichen Stückes, von dem das k. k. naturhistorische Hofmuseum eine vortreffliche Photographie in Quartformat besitzt, zeigt die Aehnlichkeit deutlich, trotz der bedeutenden Reduction des Stückes aus der Krausgrotte, dessen Original sich ebenfalls im Besitze des Hofmuseums befindet. Stücke aus der Krausgrotte kann man in allen größeren Museen finden, die amerikanischen sind aber noch selten.

Corrosionswirkungen kann man auch in einer ganz eigenthümlichen Form in den engen Partien sehen, welche zwischen der Tartarusgrotte und der Verbindungsstrecke liegen, welche zur Wasserhöhle der Poik (Adelsberger Grotte) führt. Das

[1]) Die Star cave ist eine Abtheilung der Mammouthgrotte in Kentucky (Vereinigte Staaten von Nordamerika) nächst Cave City in Edmonson County.

Stauwasser der Poik, welches dort enge Räume erweitert hat, griff die Oberflächen des Gesteines an, die voll kleiner Grübchen ist, die unschwer als Producte der Auslaugung erkennbar sind. Zugleich hat die Oberfläche aber auch eine Art von glänzender Patina, welche wohl von einem dünnen Calcitüberzuge kommen dürfte, der sich bildet, wenn keine Erneuerung des Wassers mehr stattfinden kann; also am Ende der Ueberfluthungsperiode. Nach der Disposition der Localität versickert der letzte Rest des Stauwassers langsam, bis auf einige kleine Tümpel, welche selbst während der großen Dürre des Jahres 1890 nicht ausgetrocknet waren. Im höheren Niveau hören diese Corrosionserscheinungen auf, und sind die Felsen rauh und scharfkantig, während im tieferen Niveau alle Ecken abgerundet sind. Von den Corrosionserscheinungen der Krausgrotte unterscheiden sich diese Grübchen im Gesteine wesentlich. Die von Hochstätter aus der Kreuzberghöhle bei Laas beschriebenen[1]) Corrosionserscheinungen kommen jenen der Krausgrotte bedeutend näher, u. zw. besonders jenen, die sich zwischen dem Eingange und der Haupthalle zeigen.

Höhlenbildung durch andere chemische Einflüsse.

Einer eigenartigen Auffassung der Corrosionserscheinungen in der Krausgrotte, welche im 18. Hefte der Zeitschrift „Die Natur" (Halle 1891) enthalten ist, muß hier noch gedacht werden. Nach derselben sind es die aufgespeicherten Reste der von der ehemaligen Meeresbedeckung herrührenden Mutterlaugen, welche die Corrosionserscheinungen hervorgebracht haben sollen.

Speciell für die Krausgrotte ist diese Theorie nicht anwendbar. Jene von Hofrath von Hauer nähert sich mehr der Ansicht von Virlet über die höhlenbildende Kraft der Thermalwässer; Gesteinsumwandlungen können übrigens auch durch allerlei heiße Dämpfe erzeugt werden. Derlei Höhlen haben aber wegen der heftig angreifenden Wirkung der Dämpfe auf das Gestein nur kurze Dauer, wie es die Schwefelhöhlen im Büdös (Siebenbürgen)[2]) beweisen, von denen ein Theil bereits eingestürzt ist. Schwefelhöhlen im Demawend führt auch Ritter's Geographie an. Die von Wrede erwähnten Schwefelhöhlen im Biyr Borhut (Arabien) sind nicht deutlich genug beschrieben, um sie unter die Höhlen einreihen zu können. Der Biyr Borhut wird als eine Depression von 500 Schritt Länge und 250 Schritt Breite geschildert. Man kann aber nicht erkennen, ob Wrede sie als Kluft oder als Wadi (Flußthal) betrachtet. Der Schwefel, der zur Pulverfabrication von den Arabern verwendet wird, soll aus Zwischenräumen im schwarzen Gesteine (Basalt?) gewonnen werden.

Ebenfalls mehr zerstörend als höhlenbildend dürfte die von Dr. Emil Deckert[3]) zur Erklärung herangezogene Nitrification des Gesteines wirken. Dr. Deckert sagt (S. 229) bezüglich der großen Hallen der Luray-Höhle: „Die größeren Weitungen, die die Höhlen enthalten, sind wir viel mehr geneigt, der lösenden Kraft der Feuchtigkeit,

---

[1]) Denkschriften der mathematisch-naturwissenschaftlichen Classe der k. k. Akademie der Wissenschaften, Wien 1881, XLIII. Bd.

[2]) Ueber die Schwefelhöhlen im Büdös existiren viele Nachrichten in der Literatur. Die Jahrbücher des siebenbürgischen Karpathen-Vereines enthalten deren, sowie Dr. Franz Sartori's: Naturwunder des österreichischen Kaiserstaates, Wien 1807, III. Bd. S. 91.

[3]) Die nordamerikanischen Höhlen, in der Zeitschrift „Globus", Braunschweig 1888, Nr. 14 und Nr. 15.

die die Poren des Kalksteines durchtränkt, sowie der Nitrification des Gesteins zuzuschreiben, als dem momentanen Wirken starker Wassermassen, die sich durch die Spalten des Felsens hindurchzwängen". Ferner heißt es (S. 230): „Wir weisen da namentlich auf die zahllosen Salpeter- und Gipskrystalle hin, die die Decken und Wände an vielen Orten bekleiden. Eine Reihe von Höhlen dankt diesen Krystallen ihre Berühmtheit. In geologischer Beziehung könnte man daraus vielleicht entnehmen, daß die Gesteine in Amerika auch in den unterirdischen Hohlräumen im Allgemeinen viel raschlebiger sind und viel stärkeren Umwandlungen unterliegen als in Europa. Daß an der starken Nitrification des Kalksteines außer dem darin enthaltenen Bitumen auch die Schaaren von Fledermäusen, die in den Höhlen hausen, erheblichen Antheil haben, bedarf keiner weiteren Auseinandersetzung, ebensowenig auch, daß die Bildung von schönen Gipsrosetten durch die Trockenheit der Luft, die in dem unterirdischen Nordamerika ebenso charakteristisch ist wie in dem oberirdischen, sehr begünstigt ist. In früheren Zeiten lohnten die Ablagerungen von Salpetererde auf dem Boden der Höhlen den wirthschaftlichen Abbau und ebenso auch die Ablagerungen von Alaun, von Epsom-Salz ꝛc.; heute ist dies aber nicht mehr der Fall".

Ueber den Salpetergehalt der Schwemmproducte welche als Ablagerungen am Boden der brasilianischen Höhlen gefunden werden, berichtet Dr. Hermann Burmeister[1]) aus eigener Anschauung. Er sagt darüber (S. 409): „Der Lehmschlamm worin die Thierknochen stecken, ist salpeterhältig, und wird von den Brasilianern zur Gewinnung des Salzes aus der Höhle geschafft, an der Luft in großen Trögen ausgelaugt und dann durch Krystallisation des Salpeters aus der Lauge dargestellt. Diese Manipulation verschafft dem Reisenden eine gute Gelegenheit, sich von dem Knochengehalte der Höhle zu überzeugen. Die zweite Höhle, welche ich besuchte, und deren Eingang so enge war daß ich auf allen Vieren hineinkriechen mußte, enthielt keine Knochen; wenigstens hatte man bei der Salpetergewinnung, mit welcher man eifrigst vor der Höhle beschäftigt war, bis jetzt keine Knochen wahrgenommen. Daraus folgt auch, daß der Salpetergehalt nicht zu den in der Höhle befindlichen Knochen in Beziehung steht, was denkbar wäre, wenn die Knochen von Thieren herrührten, die in der Höhle verendeten. Die Knochen sind vielmehr gleichzeitig mit dem Salpeter eingeführt, und letzterer ist aus dem Boden Brasiliens, nicht aus den Thierleibern ausgezogen.

Professor Burmeister hat von den Höhlen nächst Lagoa santa, deren Zahl nach Dr. Lund[2]) über 1000 beträgt, nur die vorerwähnte und die Lappa vermelha selbst untersucht.

Corrodirend wirken ähnlich, wie man es bei der Krausgrotte bemerken kann, aber in noch viel intensiverer Weise die Kohlensäuerlinge und überhaupt alle Mineralquellen, die ihren Gehalt an festen Bestandtheilen aus den Gesteinen erhalten haben müssen, mit denen sie in Berührung kommen. Derlei Quellen müssen, im Ver-

[1]) Reise nach Brasilien, Berlin 1853.

[2]) Lund's Untersuchungen sind enthalten: in den Annales de Science naturelle, II. Serie, Bd. XI, XII, XIII; in der Zeitschrift „L'Institut", Paris 1839, VII. Bd., S. 125; im Jahrbuche der k. k. geologischen Reichstanstalt (auszugsweise), Wien 1840, S. 123, und in seiner in dänischer Sprache erschienenen Hauptarbeit, die unter dem Titel: „Blick paa Brasiliens Dyreverden" in den Schriften der dänischen Akademie der Wissenschaften 1853 erschienen ist. Der Aufsatz im Jahrb. d. k. k. g. R. betrifft nur den Ursus brasiliensis, der kleiner als der Urs. spel. ist und den in den Anden noch lebenden Bären an Größe gleichkommt.

laufe der Jahrtausende, bedeutende Hohlräume ausgelaugt haben, deren Vorhandensein man zwar theoretisch constatiren kann, in welche einzudringen jedoch nur in seltenen Ausnahmsfällen möglich werden dürfte.

Zu den Corrosionserscheinungen gehören auch die von Freisleben beschriebenen Gipsschlotten [1]), welche durch die Mannsfelder Bergbauten angefahren worden sind, und die später in Vergessenheit gerathen sind, bis die Katastrophe am „salzigen See" sie wieder in Erinnerung brachte. Der vordem bedeutende Salzgehalt des Wassers dieses Sees und der noch bedeutendere der Grubenwässer der Bergwerke berechtigt im Zusammenhalte mit den von Freisleben beschriebenen Gipshöhlen zu dem Schlusse, daß die Erdfälle, welche nicht nur das Seewasser, sondern auch das Grundwasser in dessen Umgebung den Bergwerken zugeleitet haben, durch die Auslaugung eines Haselgebirges entstanden sein mögen. Ähnliche Erdfälle kennt man auch in Galizien aus den Berichten von Dr. Tietze. Diese kommen in der tertiären Gipsformation vor, und gleichen der Form nach ganz den Einstürzen in den härteren Gesteinen der Karstgegenden.

Auf die erodirende Kraft der heißen Quellen ist bereits mehrfach hingewiesen worden. Wenn schon kalte Quellen, die nicht einmal von besonderer Härte sind (wie der Kaiserbrunnen), schon ganz unglaubliche Mengen fester Bestandtheile in aufgelöstem Zustande dem Gebirge entführen, um wie viel mehr muß dies bei den warmen Quellen der Fall sein, deren Aufnahmsfähigkeit weit größer ist. Freilich müssen diese bald nach ihrem Austritte eine bedeutende Menge der festen Bestandtheile in Form von Sinterbildungen wieder abgeben, allein dem Erdinnern sind sie doch dauernd entführt, und an ihrer Stelle müssen dort Hohlräume zurückbleiben, die mannigfache Revolutionen herbeizuführen ganz geeignet sind, die sich auch auf der Oberfläche bemerkbar machen können. Ueber Einstürze von solchen Hohlräumen liegen keine Beobachtungen vor, die man mit Bestimmtheit auf Thermenhöhlen zurückführen kann. Ueber andere im tiefen Erdinneren verborgene Höhlungen berichten die Erdbebenforscher jedoch mehrfach, weil sie den Einstürzen derselben die sogenannten Einsturzbeben zuschreiben, wobei es nicht erforderlich ist, daß es totale Deckenbrüche sein müssen, denn auch partielle (die keine Bodensenkungen hervorrufen) genügen, um Erschütterungen hervorzurufen. Bezüglich der unterirdischen Reservoire der warmen Quellen ist noch manches Räthsel zu lösen. Die Höhlen in alten, ausgebrannten Vulkanen bieten jedoch Gelegenheit, an Analogien Vorgänge zu studiren, die sich in den unzugänglichen Räumen des Erdinneren vollzogen haben. Diese Analogien herauszufinden und sie auch richtig zu deuten, ist freilich eine schwere Kunst.

Das k. k. naturhistorische Hofmuseum in Wien kam, im Wege des Austausches gegen eine große Gruppe von pseudomorphem Gips aus der Krausgrotte, durch die Smithonian Institution in den Besitz von Gipsen aus der Star cave, sowie von Photographien von ähnlichen Bildungen, welche im National-Museum zu Quebeck ausgestellt sind, und die aus der großen Wyandotte Cave stammen. Durch die besondere Güte des Herrn Directors Dr. Aristides Brezina wurde es möglich, eine dieser Photographien, die noch in keinem Werke reproducirt ist, für dieses Buch zu benützen. Desgleichen war Herr Dr. Rudolf Köchlein so freundlich, einige Photographien von Gipsen aus der Star Cave und der großen Gruppe aus der Krausgrotte, welche

[1]) Freisleben, Johann Karl, Geognostischer Beitrag zur Kenntniß des Kupferschiefergebirges, mit besonderer Hinsicht auf einen Theil der Grafschaft Mannsfeld und Thüringens. Freiberg, I. Th. 1807, II. Th. 1809.

im k. k. naturhistorischen Hofmuseum ausgestellt ist, anzufertigen und zur Veröffentlichung freundlichst zu überlassen (siehe S. 100 und 102). Auch von diesen sind bisher noch keine Abbildungen publicirt worden. Von allen diesen Bildungen kann man mit mehr oder minderer Sicherheit annehmen, daß sie ein Product der chemischen Umwandlung von kohlensaurem in schwefelsauren Kalk ihre Entstehung verdanken. Daß dieser Proceß bei seinem fortschreitenden Weitergreifen in die Zone des kohlensauren Kalkes die Hohlräume immer mehr vergrößern mußte, wird umso erklärlicher, wenn man bedenkt, daß der so entstandene schwefelsaure Kalk ein größeres Volumen besitzt als der kohlensaure und sich deshalb bläht, was zur Folge hat, daß sich größere Stücke leicht von der Decke ablösen, wie man dies an herabgefallenen Stücken in der Krausgrotte beobachten kann, die unmittelbar unter der Abbruchstelle liegen und die Form der ehemaligen Contactstelle bewahrt haben.

Als eine durch chemische Lösung weicher Mittel (Gips oder Steinsalz) entstandene Höhle bezeichnet Gümbel die Marienglas-Höhle bei Reinhardsbrunn in Thüringen. Die Entstehung der Langenauer-Höhle im Fichtelgebirge (s. w. von Geroldsgrün, unweit von Hof a. d. Sale und nördlich von Bayreuth) schreibt derselbe Gelehrte der Zersetzung eisenreichen Schiefers und der Knollenlage in dem oberdevonischen Kalksteine zu. Auch diese beiden Höhlen verdanken also ihre Entstehung einer chemischen Action und dürfen daher den Corrosionshöhlen zugezählt werden.

F. Ueberdeckungshöhlen.

Auch diese Art von Höhlen entsteht durch verschiedene Ursachen, von denen jede der betreffenden Höhle ein eigenthümliches Gepräge verleiht, so daß aus der Form mit Leichtigkeit die Ursache gefunden werden kann, welche die Bildung hervorgerufen hat. Man kann sie in folgende Gruppen eintheilen:

1. In Höhlen, welche durch Bergstürze gebildet worden sind;

2. in solche, welche durch Ueberdeckungen von vulkanischen Auswurfsstoffen entstanden sind;

3. in durch Quellentuffbildungen geschaffene Höhlenräume.

Unter die Ueberdeckungen sind auch jene zumeist unzugänglichen, engen Zwischenräume zu rechnen, welche zwischen den Moränenblöcken offen bleiben und sich nicht selten durch abnorme Temperaturverhältnisse auszeichnen. Ein solcher Moränenwall liegt im Iselthale (in Tirol) zwischen Lienz und Huben, und enthält die sogenannten Eislöcher, die Professor Fugger den Windröhren zuzählt. Sie entfernen sich durch ihre geringen Dimensionen schon bedeutend von den eigentlichen Höhlen, obwohl es derartige Windröhren gibt, die auf kurze Strecken zugänglich sind. Aehnliche Zwischenräume mit abnormen Temperaturen gibt es auch in Halden von Gesteinstrümmern (Bergschutt), sie sind aber von so minimalen Dimensionen, daß sie hier füglich übergangen werden können. Im Capitel der Eishöhlen müssen sie wieder erwähnt werden[1]).

---

[1]) Professor Dr. Gustav Adolf Koch hat ein derartiges Vorkommen aus einer Localität am Arlberge im „Jahrbuche für Mineralogie" (Stuttgart 1877) beschrieben.

Aehnliche Erscheinungen wie vom Arlberge kennt man auch in den Halden von Basaltbergen; aber auch dort sind die Hohlräume, in denen sich die Eisbildung vollzieht, so unbedeutend, daß man mitunter kaum die Hand hineinzuzwängen vermag. Die wesentlichsten dieser Erscheinungen sind in dem Fugger'schen Kataloge der Eishöhlen und Windröhren enthalten, und es kann der Kürze halber einfach auf diese vortreffliche Literaturquelle hingewiesen werden.

Wirklich zugängliche Höhlen in Zwischenräumen von Granitblöcken sind einige der „Eislöcher" der „Eisleithen" nächst Frain in Mähren. Es gibt dort aber auch kleine, in die man nicht eindringen kann; alle jedoch zeigen abnorme Temperaturverhältnisse.

Durch abgestürzte und übereinander gethürmte, große Blöcke entstandene, gleichsam überdachte Räume gibt es viele, und sie mögen auch häufig von Menschen oder von Thieren als Zufluchtsorte gegen die Unbilden der Witterung benützt worden sein. Was jedoch die Franzosen unter der Bezeichnung „abri sous roche" verstehen, sind nicht solche durch Zufall überdachte Räume, sondern Unterstände unter vorspringenden Felsdächern, oder auch seichte Nischenhöhlen, wie das in der Literatur oft erwähnte Felsdach von Bruniquel u. a. Unter die Ueberdeckungshöhlen gehört auch die Ulrichshöhle (oder hohler Stein) nächst Nürtingen in Württemberg, die nichts anderes ist, als ein geräumiger Spalt in einem abgestürzten Riesenblocke von Silbersandstein. Der Raum ist groß genug, um genügenden Platz für ein durch den Fels gut geschütztes Lager eines Mannes zu bieten, und die Sage berichtet auch, daß Ulrich von Liechtenstein den Felsspalt bewohnt habe. Ein ähnlicher Block soll der sogenannte „Zwergenollen" am Haslerberge bei Meyringen in der Schweiz (nach Weber's Reiseführer) sein. Der Name entstand durch die Sage, daß Zwerge die Klüfte und Löcher des Blockes bewohnt haben. Auch im Walde von Fontainebleau soll es übereinander gestürzte Felsblöcke geben, zwischen denen höhlenartige Klüfte offen geblieben sind. In den Alpen gibt es unzählige derartige Räume in den Halden der Bergstürze und zwischen den Moränenblöcken. Bedeutend sind sie aber nie.



Felsthor bei Weißenkirchen.

Eine weitere Form von Ueberdeckungen kann auch dadurch entstehen, daß große Felsblöcke klammartige Furchen überdachen und ihnen auf kurze Strecken ein höhlenartiges Ansehen verleihen. Auch bei Schachthöhlen kann auf diese Weise eine totale Ueberdeckung stattfinden, wodurch sie gewissermaßen in diese Kategorie zu zählen sind. Schachthöhlen werden aber oft absichtlich von den Menschen überdeckt, um Unglücksfälle zu verhindern, und zwar häufig weniger den Menschen zu Liebe, als wegen des Weideviehes.

Ein sehr schönes Beispiel der Ueberdeckung einer engen Thalspalte ist das Felsenthor im Uttewaldergrunde in der sächsischen Schweiz, welches durch Felsblöcke

gebildet wurde, die sich in der klammartigen Enge fest verkeilt hatten, ehe sie den Grund erreichten. Von Wänden abgelöste Blöcke liegen auch im Kremsthale (in Niederösterreich) vielfach übereinander geschichtet. Einzelne obenauf liegende größere Platten bilden förmliche Unterstände. Zu den Ueberdeckungen dürfte auch das natürliche Thor bei Weißenkirchen an der Donau (Niederösterreich) zu zählen sein, obwohl dasselbe zum Theile der Auswitterung seine Entstehung zu verdanken scheint.

Ueberdeckungshöhlen durch vulkanische Auswurfstoffe sind ziemlich selten. Als ein Beispiel für diese Form können die sogenannten Zwerglöcher am Schwödelberge zwischen Carlsbad und Gießhübel angeführt werden, die von Hochstetter[1]) und von Reuß[2]) beschrieben worden sind. Nach beiden Forschern wird die Entstehung der Zwerglöcher auf vordem eingeschlossen gewesene Baumstämme (glatte Stämme und Wurzelstöcke) zurückgeführt, nach deren Zersetzung der Hohlraum frei geworden ist. Thatsächlich erinnert auch die Form des größten unter den Zwerglöchern an jene eines Wurzelstockes, während die kleineren mehr die Form von runden Baumstämmen besitzen. Das größte Zwergloch liegt hart am Promenadewege, die kleineren befinden sich theils unterhalb, theils oberhalb desselben. Hochstetter führt auch eine auf diese höhlenartigen kleinen Räume bezügliche Sage an. Angesichts der Höhlenarmuth von Böhmen, dessen Berge größtentheils dem Massengebirge angehören, ist es doppelt interessant, gerade eine so selten vorkommende Art von Höhlen anzutreffen, an die sich sogar Sagen geknüpft haben. Diese Höhlen existiren wenigstens wirklich, während jene sagenhaften Höhlen im Egerthale nächst dem Hansheiligenfelsen, über welche „Des deutschen Volkes Sagenschatz" von Edm. v. Felsthal berichtet, vergeblich gesucht werden würden. Der dortige Granit hat nur Absonderungsklüfte, aber keine Höhlen, und die nahen Basaltberge haben nur höhlenartige Steinbrüche allerjüngsten Datums.

Weit häufiger sind jene Ueberdeckungen, welche durch das Wachsen von Quelltuffen gebildet werden. Zumeist findet man sie in der unmittelbaren Nähe von Wasserfällen. Das mit kohlensaurem Kalke gesättigte Wasser zerstäubt während des Falles und incrustirt die Vegetation, welche sich im Gebiete des Staubregens befindet. Darum trifft man auch sehr häufig recente Landschnecken, Moose, Blätter und Aeste eingeschlossen, die den Aufbau beschleunigen helfen. Professor Quenstedt[3]) beschreibt eine Reihe von Quelltuffhöhlen aus Württemberg, von denen aber mehrere seither der Ausbeute dieses für Bauzwecke sehr geeigneten, leichten Gesteines zum Opfer gefallen sind. Nur das Todtenloch bei Unter-Drakenstein ist durch die darüber erbaute Kirche von der Zerstörung geschützt, während die Brühlhöhlen am Uracher Wasserfalle und das Hannessenloch (auch Berthahöhle genannt) bei Seeburg nicht mehr existiren. Letztere Höhle war 1823 entdeckt worden und soll die bedeutendste Tuffhöhle von Württemberg gewesen sein. Sie war 115 Fuß lang, 21 Fuß breit und 35 Fuß hoch. Sie war — sagt Quenstedt — nicht mit echtem Tropfstein ausgekleidet, sondern mit rauhen, traubigen und baumartig verzweigten Gewächsen, die für die Tuffhöhlen charakteristisch sind. Auch Oberbaurath Dr. von Ehmann, der Schöpfer der Wasser-

[1]) Ferdinand von Hochstetter: „Carlsbad, seine geognostischen Verhältnisse und seine Quellen" Carlsbad 1856, S. 62—64.

[2]) A. E. Reuß, „Geognostische Skizze der Umgebung von Carlsbad, Marienbad und Franzensbad", Prag 1863, Separatabdruck aus Löschner's „Beiträge zur Balneologie".

[3]) F. A. Quenstedt: „Geologische Ausflüge in Schwaben", 2. Aufl., Tübingen (ohne Jahreszahl), S. 96.

versorgung der Albplateaux, erwähnt in seinem Berichte über dieses geniale Werk, Tuffhöhlen nächst der Pumpstation im Eybthale, aus denen er die Pumpwässer hergeleitet hat, und die ihm zugleich vortrefflichen Filtersand geliefert haben. Aus Bayern wird von Gümbel eine derzeit jedoch bereits wieder zerstörte Quelltuffhöhle erwähnt, welche bei Valley im Mangfallthale lag und Mühlthalhöhle genannt worden ist.

Thirria (Statistique mineralogique et géologique du Departement de la Haute-Saône) wird von Virlet in seinem Büchlein: „De l'origine des cavernes“ (Paris 1836) als Gewährsmann für die Tuffablagerungen an der Mündung der „Grotte d'Echenoz“ (4 Kilometer von Vesoul) angeführt. Der Tuff wird auch dort ausgebeutet. Diese Höhle ist zugleich darum interessant, weil sie in dem rückwärtigen Theile, der nicht aus Tuff besteht, aus einer Kluft entstanden ist, die sich der ganzen Länge der Höhle nach verfolgen läßt. Ein 4 Meter weiter Schlot, der fast bis an die Oberfläche des Berges reicht, die voll von Trichtern ist, befindet sich im Innern der Höhle, was Virlet als eine Bestätigung der von ihm vertheidigten Ansicht betrachtet, daß die Erosion vorzugsweise in den Klüften jene Angriffspunkte findet, durch welche sie höhlenbildend wirken kann.

Martel führt in seinem neuesten Werke: „Les abîmes“ (Paris 1894) mehrere Ueberdeckungen von klammartigen Schluchten mit Quellentuff an. Sie gleichen Naturbrücken, und scheinen daher mehr Reste einstiger Tufflager von größerer Ausdehnung zu sein. Nach seiner Ansicht hat der Bach sich mit Hilfe einer Kluft einen Weg unter das Tufflager gegraben und denselben erweitert; wodurch aber die Tuffablagerung selbst entstanden sein mag, darüber geht er hinweg, und doch wäre gerade dies sehr wichtig zu erfahren, um den Fall richtig beurtheilen zu können. Martel führt von derlei Ueberdeckungshöhlen an: Pont-na-Dieu unweit von Grasse, Grotte de Saint Andrée, 6 Kilometer von Nizza, Perte de l'Argens bei Videauban, zwischen Fréjus und Toulon, und schreibt allen die gleiche Entstehungsweise zu, was jedoch mit den Ansichten der deutschen Geologen nicht im Einklage steht, nach denen eine Ueberdeckung der Wasserläufe und nicht eine Unterwühlung vorher schon bestandener Tufflager die höhlenartigen Räume gebildet hat.

VI. Capitel.

Oberirdische Erosionserscheinungen.

Der Mangel an allgemein giltigen, einheitlichen Benennungen für die verschiedenartigen Formen der Höhlen hat schon zu vielen Mißverständnissen geführt. Schon die Bezeichnung „Grotte" wird auf verschiedene Höhlentypen bezogen. Noch ärger ist es bei den Schlundhöhlen, die sowohl durch Erosion, als auch durch Einsturz entstehen können, für die es aber keine Bezeichnung gibt, aus welcher man die verschieden geartete Entstehungsweise zu erkennen vermöchte. Das Gleiche gilt von den Dolinen, die primäre Einstürze sein können oder die sich secundär im lockeren Materiale bilden, oder auch ebenfalls secundäre Abböschungen von Schlund- oder Spaltenöffnungen sein können. Auch in den fremden Sprachen fehlen die Ausdrücke, um die Entstehungsweisen genügend unterscheiden zu können, so z. B. gibt es im Französischen nur die Worte „Gouffre" und „Abîme" für alle Arten von Naturschachten, und es wird nichts Anderes übrig bleiben, als durch Beisätze (Abîme d'effondrement, Abîme d'érosion) die Sache näher zu erläutern.[1]) Dies ist aber nicht so leicht, als man glauben könnte, denn die Abgründe, welche aus der Erweiterung einer Spalte durch Erosion entstanden sind, können nachträglich durch Nachbrüche alle Merkmale von Einsturzerscheinungen erhalten, weshalb man mit derlei Bezeichnungen sehr vorsichtig umgehen muß.

Nehmen wir als Muster den von Martel publicirten Durchschnitt[2]) des Aven (sprich Awenn) de Jean Nouveau, so sehen wir einen senkrechten Erosionsschlund von 163 Meter Tiefe, dessen oberste Mündung durch meteorologische Einflüsse trichterförmig erweitert ist. In einer Tiefe von 150 Metern hören die Erosionsspuren auf und es zeigen sich alle Merkmale eines von unten nach oben vorschreitenden Einsturzes. Die abgebröckelten Gesteinstrümmer haben die Communication mit der Wasserhöhle bereits verlegt und ein großer Block schwebt eingekeilt 13 Meter über der Sohle des unten befindlichen erweiterten Raumes.

Eines der besten Beispiele für Schachtbildung durch directen Einsturz ist der Naturschacht nächst Brunndorf in Krain, der sich erst 1889 geöffnet hat und dessen Tiefe 90 Meter beträgt.[3]) Auch das Thiergartenloch am Dachsteine in Oberösterreich ist eine deutliche Einsturzerscheinung, weil man die Schichtung des abgestürzten Deckenmaterials, trotz der Erschütterung beim Auffallen, noch deutlich zu erkennen vermag. Das beste Merkmal, um Einsturzerscheinungen von Erosionserscheinungen

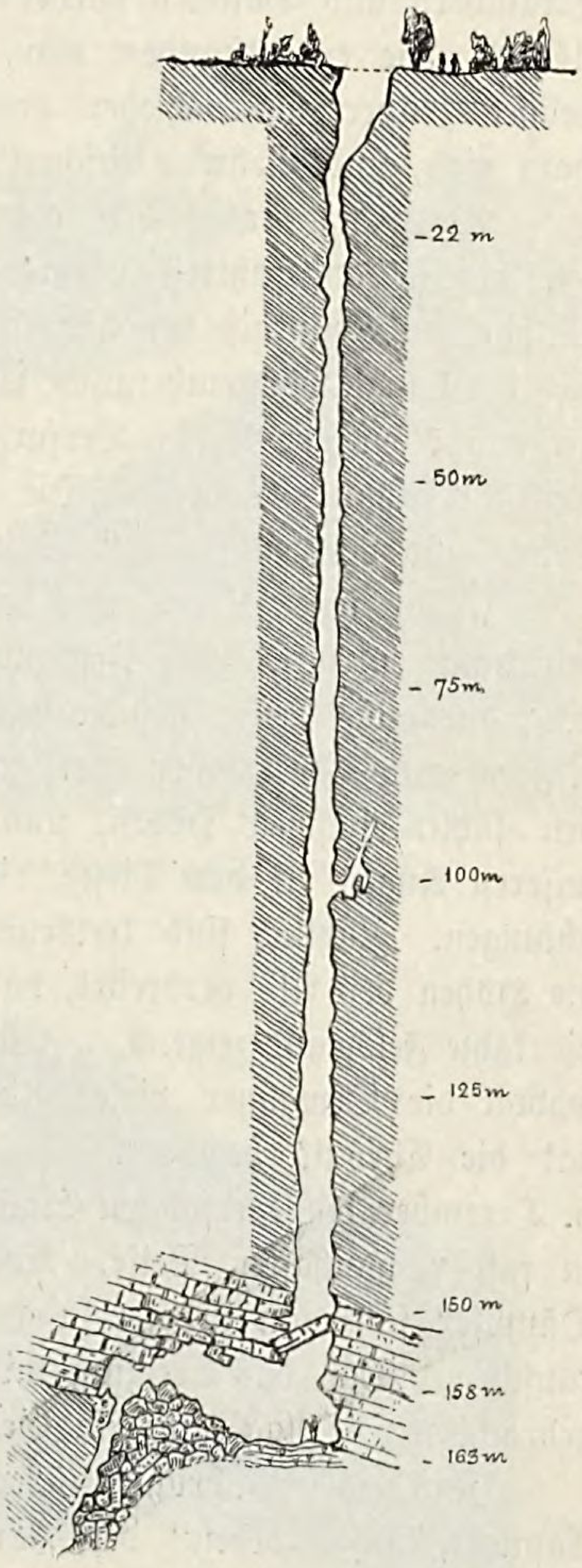
---

[1]) Martel versucht neuerer Zeit das Wort „Aven" für Naturschacht und „Cloups" für trichterförmige Depressionen in die französische Literatur einzuführen, was immerhin schon ein Fortschritt ist, weil dadurch eine große Zahl von Localbenennungen entfallen.

[2]) La Nature, 21e année, 2e semestre, p. 60.

[3]) Siehe „Ausland" 1890, Nr. 13, S. 255.

unterscheiden zu können, sind in den Dolinen stets die großen Deckenstücke, welche den Grund des späteren kleineren Nachfalles bilden. Selbst in großen Kesselthälern, welche zum Theile ein Resultat von wiederholten Nachbrüchen (nach Schmidl und Anderen) sind, kann man an Stellen, welche durch Flußläufe blosgelegt sind, noch die wirr durcheinander liegenden großen Deckenstücke weitab vom jetzigen Gehänge liegen sehen, in denen noch mehrere Schichten aneinander haften. Solche Blöcke sieht man am Rande des Unzflusses im Planinathale. Derlei Einstürze müssen um so häufiger sein, in je klüftigerem, minder consistenterem und deshalb zum Einsturze mehr neigendem Gesteine die Höhlen liegen, welche die atmosphärischen Niederschläge abzuführen bestimmt sind, die ihnen durch Haarspalten, Klüfte und Schlote zukommen. In dichten, wenig klüftigen und möglichst horizontal gelagerten Kalken müssen dagegen die Einsturzerscheinungen weit seltener vorkommen, obwohl sie auch dort nicht fehlen. Der Abgrund von Padirac und der Tindoul de la Vayssière werden selbst von Martel als Einsturzerscheinungen betrachtet.[1]) Das dortige Gestein ist (nach Martel) harter Liaskalk. Daubrée beschreibt ausführlicher die Einstürze, welche durch die Auslaugung der Salzlager bei Arth-sur-Meurthe erfolgt sind. In Folge des großen Einsturzes vom Jahre 1876 wurde durch Gesetz der Rayon der Salzgewinnung beschränkt. Bei Lons-le-Saulnier im Jura-Departement sind wiederholt Einstürze erfolgt. Die bedeutendsten davon fallen auf die Jahre 1703, 1712, 1738, 1814 und 1830. Man schreibt sie der Auslaugung einer mergeligen und salzführenden Schichte zu, welche die Jurakalke unterlagert. Im Walde von Arbois liegen 13 große trichterförmige Depressionen (de toute forme) reihenweise angeordnet in der Richtung Nordost—Südwest. Auch Virlet erwähnt einen Einsturz, der 1835 in Irland erfolgt ist, ohne jedoch die Localität näher zu bezeichnen. Er berichtet, daß 1/4 Acre Landes 75 Fuß tief eingesunken sei, und zwar in Folge eines Erdbebens. Die Erdfälle nächst dem „salzigen See" der Grafschaft Mannsfeld, welche Dr. Ule beschrieben hat[2]), sind erst 1891 unter den Augen der Anwohner entstanden. Das Gleiche gilt von zahlreichen Einstürzen in den Karstländern. Jene von Reifnitz und von Gottschee wurden vom Verfasser besichtigt, noch ehe sie aus Rücksicht für das Weidevieh vollständig verschüttet worden waren.



Aven von Jean Nouveau, nach Martel.

[1]) Martel leugnet die Einsturzerscheinungen, wo er nicht ganz deutliche Beweise dafür vorhanden findet. Dagegen führt Daubrée zahlreiche Depressionen an, die er als Einsturzerscheinungen erklärt.

[2]) Die Mannsfelder Seen und die Vorgänge an denselben im Jahre 1892. Von Dr. Willi Ule, Eisleben 1893.

Schon Behrens (1720) bringt die Einsturzerscheinungen mit der subterranen Erosion in Verbindung und führt mehrere Beispiele von plötzlich entstandenen Erdfällen im Harz an, von denen einige derzeit kleine Seen enthalten. So berichtet er, daß das sogenannte Kreis-Loch im Jahre 1531 plötzlich entstanden sei, was er mit einem Erdbeben in Lusitanien in Verbindung bringt. Zu Behrens' Zeit hatte aber der See durch Nachfall schon die Hälfte seiner Größe eingebüßt. Weiters führt er an: den Erdfall bei Rotleberode, der durch fast 40 Jahre trocken und schon mit Sträuchern und Bäumen wieder bewachsen war, als er sich im Jahre 1650 ebenso plötzlich, wie er entstanden war, wieder vergrößerte. Auch drang Wasser hervor, welches seither nicht wieder verschwunden ist. Derartige Dolinenseen gibt es am Harz viele, und Behrens beschreibt deren allein über ein Dutzend.

Wenn man aber den alten Berichten mißtrauen sollte, so kann man außer den bereits angeführten neueren sich auf eine Autorität berufen, der man einen Mangel an Kenntniß der betreffenden Localität gewiß nicht vorwerfen kann. Es ist dies der königl. württembergische Oberbaurath Dr. von Ehmann (erster Staatstechniker für das öffentliche Wasser-Versorgungswesen in Württemberg), der in seiner in Fachkreisen berühmten Schrift: „Die Versorgung der wasserarmen Alb mit fließendem Trink- und Nutzwasser ꝛc.," Stuttgart 1881 (in fol.) wörtlich schreibt:

„Von jener Urzeit an, da die jurassischen Meeresniederschläge, der Wasserbedeckung entrückt, zum Festland geworden waren, haben die Meteorwasser ihren Weg durch die Felsen gesucht und suchen ihn heute noch. Nur kurze Zeit fließt das Regen- und Schneewasser oberflächlich zu Tage, es eilt einem der Gesenke zu, zwischen den kahlen, felsigen Höhen, und auf einmal verschwindet der reißende Bach vor unseren Augen in der Tiefe: einer der Erdfälle oder Trichter[1]) hat ihn verschlungen. Zahllos sind kreisrunde, steilwandige Löcher, 5 bis 12 Meter tief, über die Höhen der Alb verbreitet, bald mit grünem Rasen und Gebüsch bewachsen, bald die kahle Felswand zeigend. Jährlich brechen noch solche Trichter ein wie vor Zeiten, wovon die Bewohner vieler Alborte zu erzählen wissen. Die Entstehung anderer hat die Chronik bewahrt. So beschreibt Pfarrer Mayer von Laichingen den am 5. December 1680 erfolgten Einbruch des großen Trichters bei den Winnender Höfen in fast romanhafter Weise. Er geschah zur Zeit ungewöhnlicher Kälte. „Warme Dämpfe" sah man in Nebeln aus der Tiefe steigen und hörte in der Tiefe Wasser rauschen. Daß das Ereigniß mit dem großen Kometen jenes Jahres in Verbindung gebracht wurde, lag ganz im Geiste der Zeit."

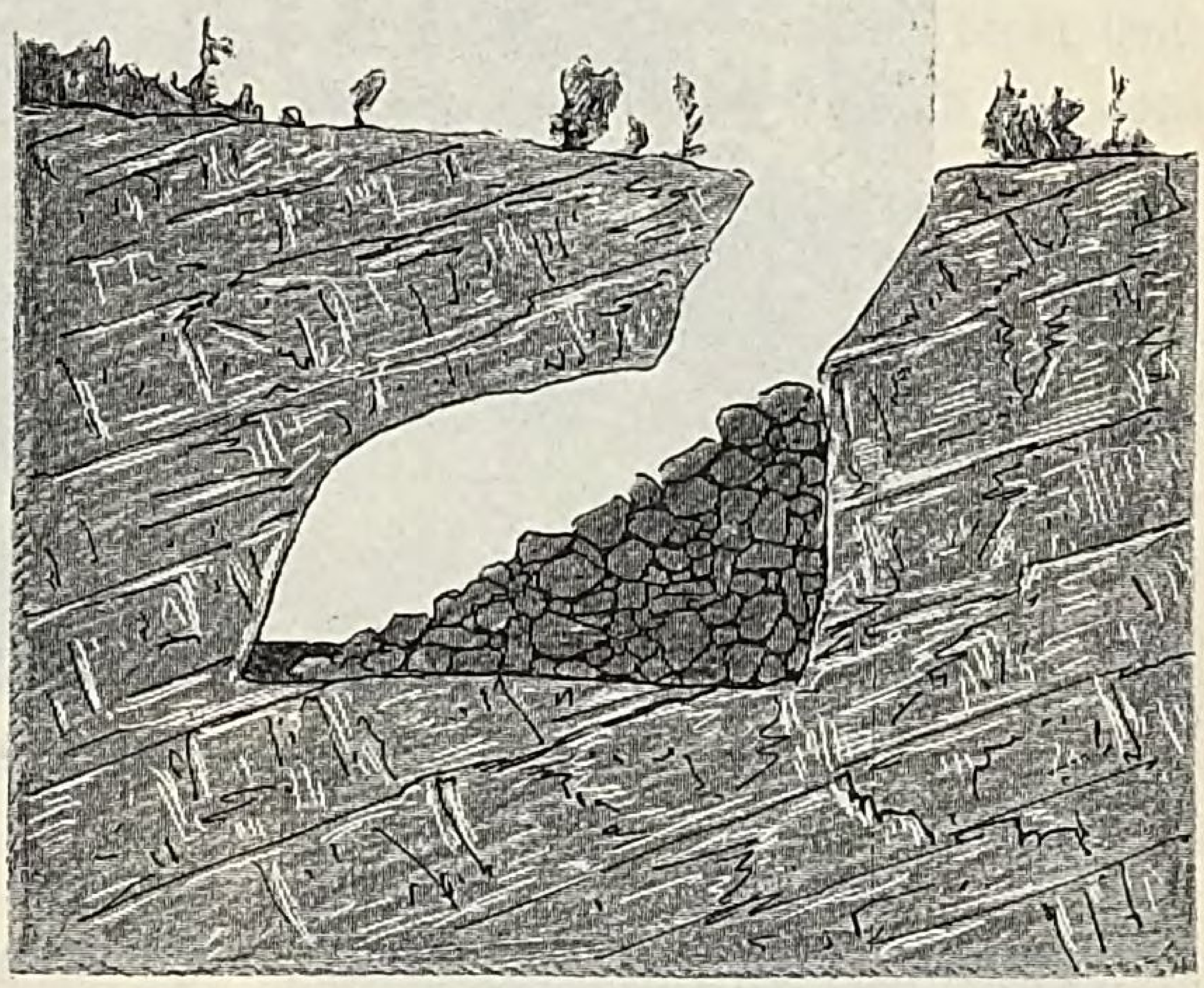
Zahlreiche Nachrichten über constatirte Einsturzerscheinungen enthält auch das Capitel „Einsturzbeben" der „Erdbebenkunde" von Professor Dr. Rudolf Hoernes (Leipzig 1893), S. 290 ff., wo man auch zahlreiche Literaturnachweise finden kann, auf welche hiermit hingewiesen wird. Dieses vortreffliche und leicht verständliche Werk enthält in diesem Capitel auch einige Karsttheorien, sowie mehrfache Hinweise auf Spalten- und Kluftbildungen, welche mit seismischen Erscheinungen im Zusammenhang stehen.

Angesichts so zahlreicher Beweise von recenten Einstürzen ist es auffallend, daß immer wieder Versuche auftauchen, die Einstürze abzuleugnen oder sie zum Mindesten als höchst seltene Erscheinungen zu bezeichnen. Die Leugner der Einsturztheorie vergessen eben, daß die Kennzeichen der Entstehung verhältnißmäßig bald verschwinden

[1]) Herr Oberbaurath Dr. von Ehmann unterscheidet also auch zwischen Erdfällen und Trichtern.

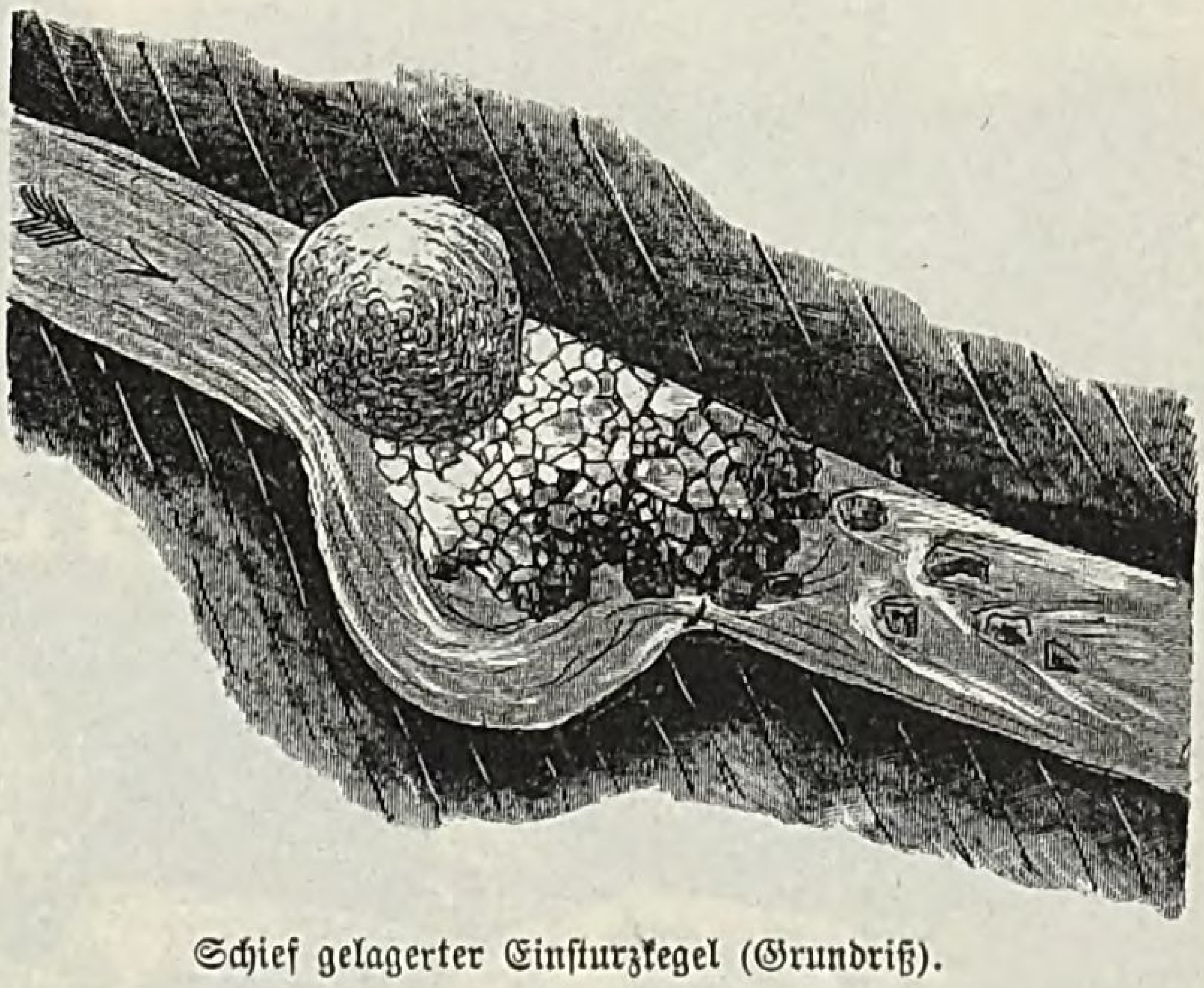
und berücksichtigen nur jene der äußeren Einflüsse, die umformend gewirkt haben. Auf diese hin schreiben sie die Entstehung nur den äußeren Einflüssen zu, die aber erst nachträglich in Action getreten sind, und nur die gegenwärtige Form, nicht aber die Erscheinung selbst hervorgerufen haben.

Die primären Einsturzschlünde sind zum größten Theile Schlünde von größeren Dimensionen, deren Grund entweder schon durch die Menge des Deckenbruchmateriales soweit aufgefüllt worden ist, daß ihre ursprüngliche Tiefe sehr reducirt ist oder in die wegen der geringen Mächtigkeit ihrer einstigen Decke nur geringe Mengen von Einsturzmaterial gelangen konnten, weshalb in solchen Abgründen auch häufig entweder nach einer Seite hin, oder auch nach beiden Seiten, die Fortsetzung des Höhlenganges noch zugänglich bleibt. Ist die Menge des Einsturzmateriales größer als der Raum, in den es hinabstürzt (d. h. war die Decke mächtiger als der Höhlenraum), so wird die Höhle ganz verschüttet. Ist das Gegentheil der Fall, so bleibt die Communication mit der Höhle offen.



Schief gelagerter Einsturzkegel (Querschnitt).

In trockenen Grotten bleibt das abgestürzte Material liegen, in Wasserhöhlen wird es mitunter fortgeschafft, wenn die Kraft des Höhlenbaches dazu ausreicht. Dann entsteht sehr häufig ein Einriß, welcher den Trümmerberg theilt und zwei gegenüber gelagerte Schutt- und Trümmerkegel zurückläßt. Mitunter gräbt sich bei schiefer Lagerung des Bruchmateriales auch der Bach auf der tiefsten Stelle einen Weg durch das Hinderniß und greift dabei zugleich eine Seitenwand der Höhle an (siehe die beistehenden Abbildungen), wodurch ein annähernd kreisförmiger Gang ausgewaschen wird, der wieder in die gerade Fortsetzung des ursprünglichen Ganges mündet. Steil geneigte Schichten neigen natürlich mehr zur Verschiebung und zum Abbruche als horizontal gelagerte.



Schief gelagerter Einsturzkegel (Grundriß).

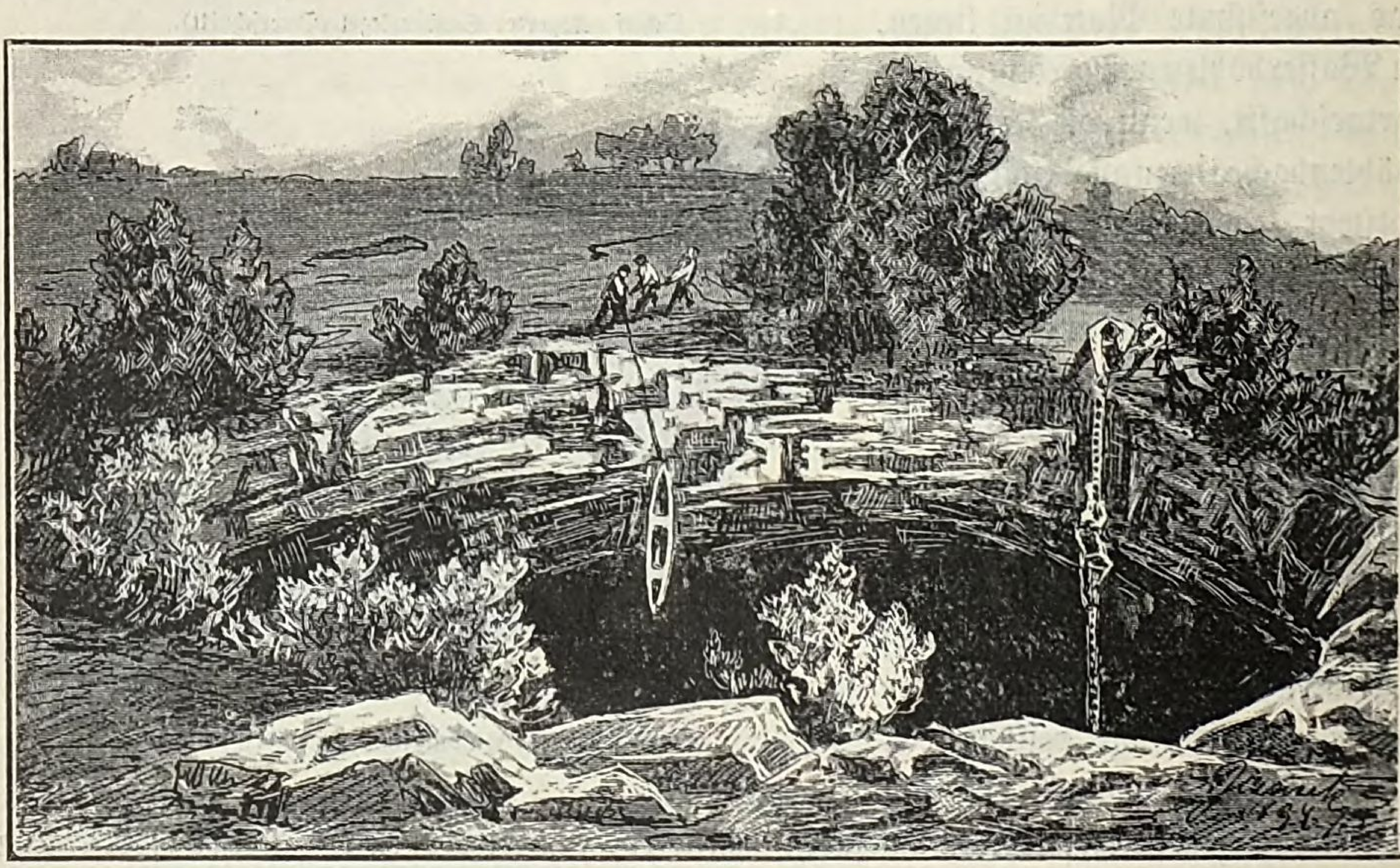
Besonders zum Einbruche geneigt sind solche Stellen, wo sich unterirdische Seitenbäche in Höhlenflüsse ergießen, wodurch sich größere Weitungen bilden. Befinden sich an der Decke überdies noch Infiltrationsklüfte, so ist die Consistenz der Decke so sehr geschwächt, daß der mindeste Anstoß genügt, um einen entweder partiellen oder totalen Deckenbruch hervorzurufen.

Es darf nicht unerwähnt bleiben, daß auch die Denundation mithelfen kann, daß sich die Mächtigkeit der Decke vermindert. Ein solcher Fall liegt bei der kleinen, aber sehr instructiven, trockenen Grotte Lanžarevec (spr. Lantscharieuz) nächst Adelsberg



Eingang der Lantscharieuz Grotte bei Groß-Ottok.

vor, wo die an der schwächsten Stelle kaum 40 bis 50 Centimeter starke Decke in der Mitte eingebrochen ist und eine runde Oeffnung bildet.[1]) Es ist dies ein klarer



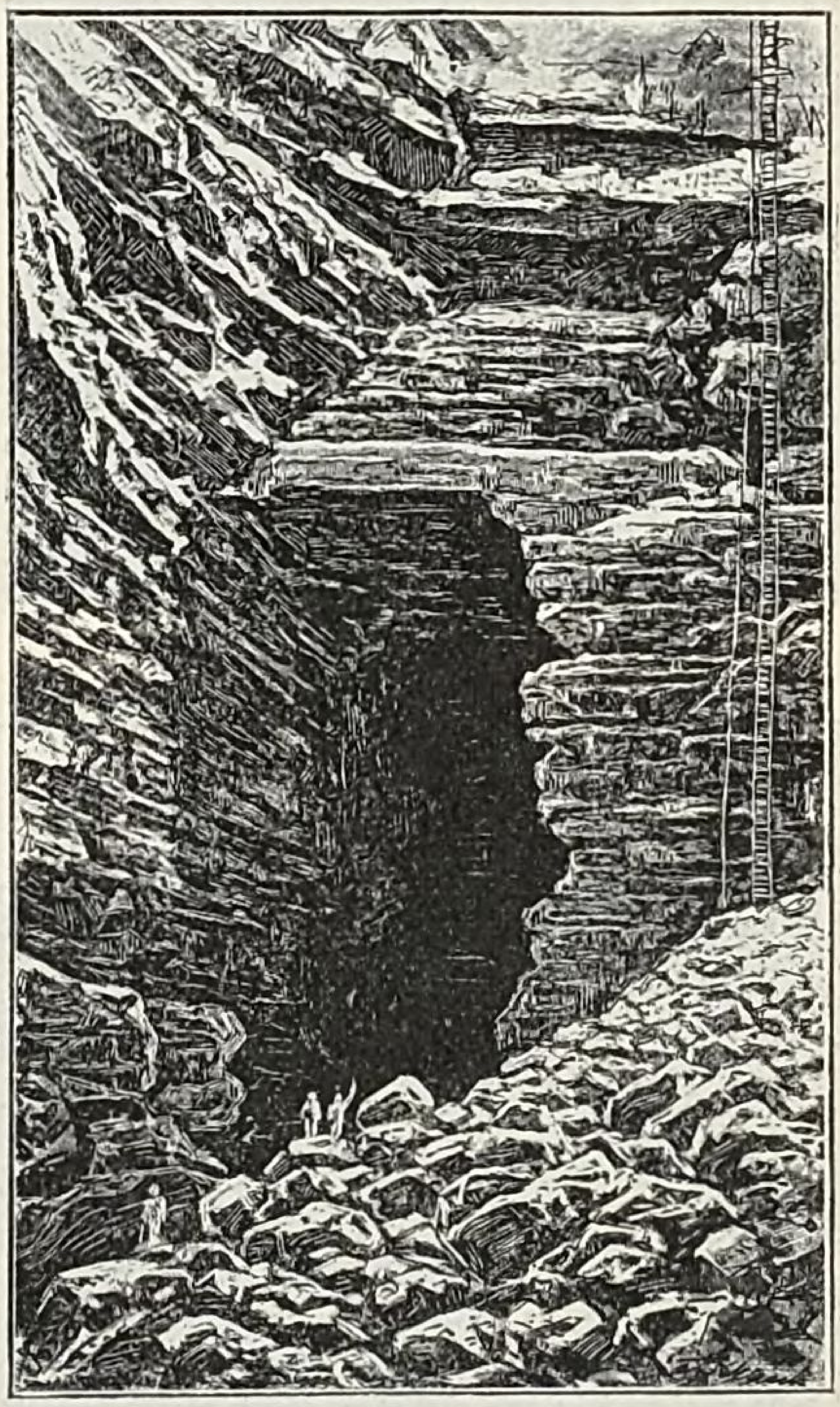
Schlund von Padirac.

Beweis, daß an der Zerstörung dieser Höhle auch der oberirdische Abtrag mitwirkt, wie überhaupt die Karsterscheinungen durch das Zusammenwirken der oberirdischen mit der subterranen Erosion einzig und allein zu

[1]) Siehe auch die Abbildungen, S. 75, 76, 77.

erklären sind. In den Plateaugebirgen, welche aus klüftigen und dadurch permeablen Gesteinen aufgebaut sind, findet die subterrane Erosion mehr Angriffspunkte als in impermeableren Gesteinen, und sie arbeitet daher mit an der Zerstörung des Gebirges. Durch das Hinzutreten einer anderen Ursache muß auch die Wirkung eine andere werden, und diese äußert sich in der erzeugten veränderten Reliefform und im abweichenden Thalbildungsprocesse, welcher durch die subterrane Erosion vorbereitet und durch die oberirdische vollendet wird.

Der vollendete Thalbildungsproceß bildet gewissermaßen den Abschluß des Karstprocesses. Der Verlauf des letzteren erzeugt jedoch gewisse Reliefformen, deren Entstehung vielleicht aus dem Grunde zu Controversen stets Anlaß gegeben hat, weil man sich über die Benennungen nicht verständigen konnte. Darum ist es nothwendig, gewisse Typen aufzustellen, um die fortwährenden Mißverständnisse zu beseitigen. Es seien als solche gewählt:



Schlund von Padirac, Innenansicht mit dem Schuttkegel am Grunde nach Martel.

1. Einsturzschlünde, von einer Tiefe von 10 bis 100 Metern und darüber, mit Steilwänden und von 10 Meter Durchmesser und darüber, wobei bemerkt werden muß, daß die Zahlen keine Norm abgeben dürfen, nachdem das angeführte Beispiel der kleinen Grotte „Lantscharieux"[1]) es beweist, daß es auch Einsturzschlünde von minderem Durchmesser und von minderer Tiefe geben kann. Der Schlund von Padirac repräsentirt diese Form in vortrefflicher Weise. Das Blockmaterial am Grunde besteht bei recenteren Einbrüchen aus großen Deckenstücken, bei älteren ist es durch Nachfall und Einschwemmung überdeckt.

Einsturzschlünde können auf verschiedene Weise entstehen, und zwar durch einmaligen plötzlichen Deckenbruch, sowie durch successive Abblätterung der Decke. Ferner durch Senkung von steil aufgerichteten Schichten in den Deckenpartien. Die Entstehung von Einsturzschlünden und ihre Umwandlung zu Einsturzdolinen sind in den Abbildungen Seite 116 dargestellt. Fig. 1 stellt eine ungestörte Wasserhöhle vor; Fig. 2 dieselbe mit geborstener Decke. In Fig. 3 ist der Einsturz bereits erfolgt, das Deckenmaterial hat den Wasserlauf geschwellt, der nun in höherem Niveau über dasselbe hinwegfließt. In Fig. 4 ist der Damm durchrissen und bei Niederwasser sieht man zu beiden Seiten des Wasserlaufes steil gelagerte Trümmerkegel. Das ist der gewöhnliche Vorgang in hohen Höhlen mit dünner Decke.

In niederen Wasserhöhlen mit mächtiger Decke verlegen die Einstürze, wenn sie plötzlich erfolgen, dem Wasserlaufe seinen Weg vollständig, und er ist genöthigt,

[1]) Der Name stammt vom Grundbesitzer, in dessen Terrain die Grotte liegt.

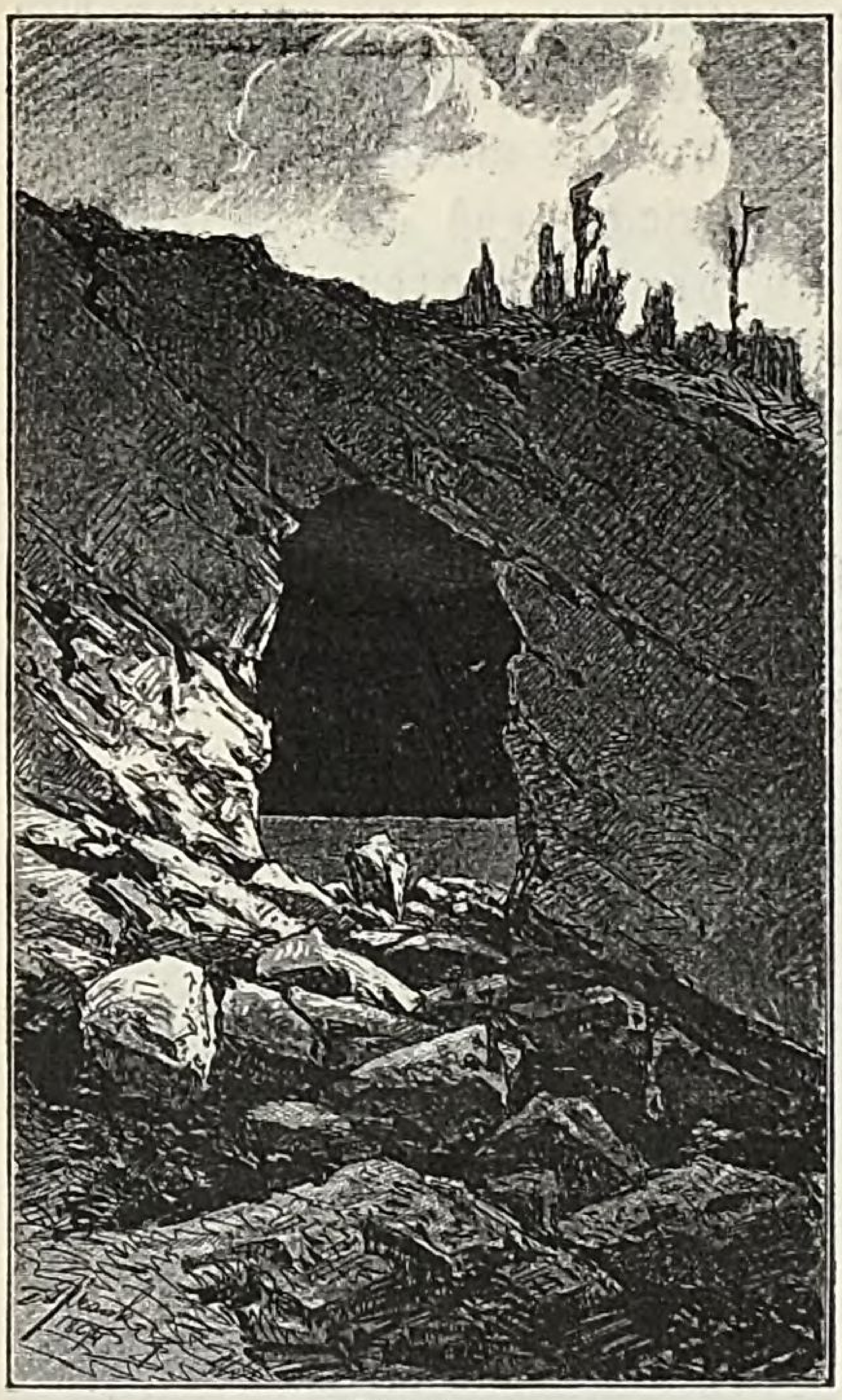


Fig. 1.

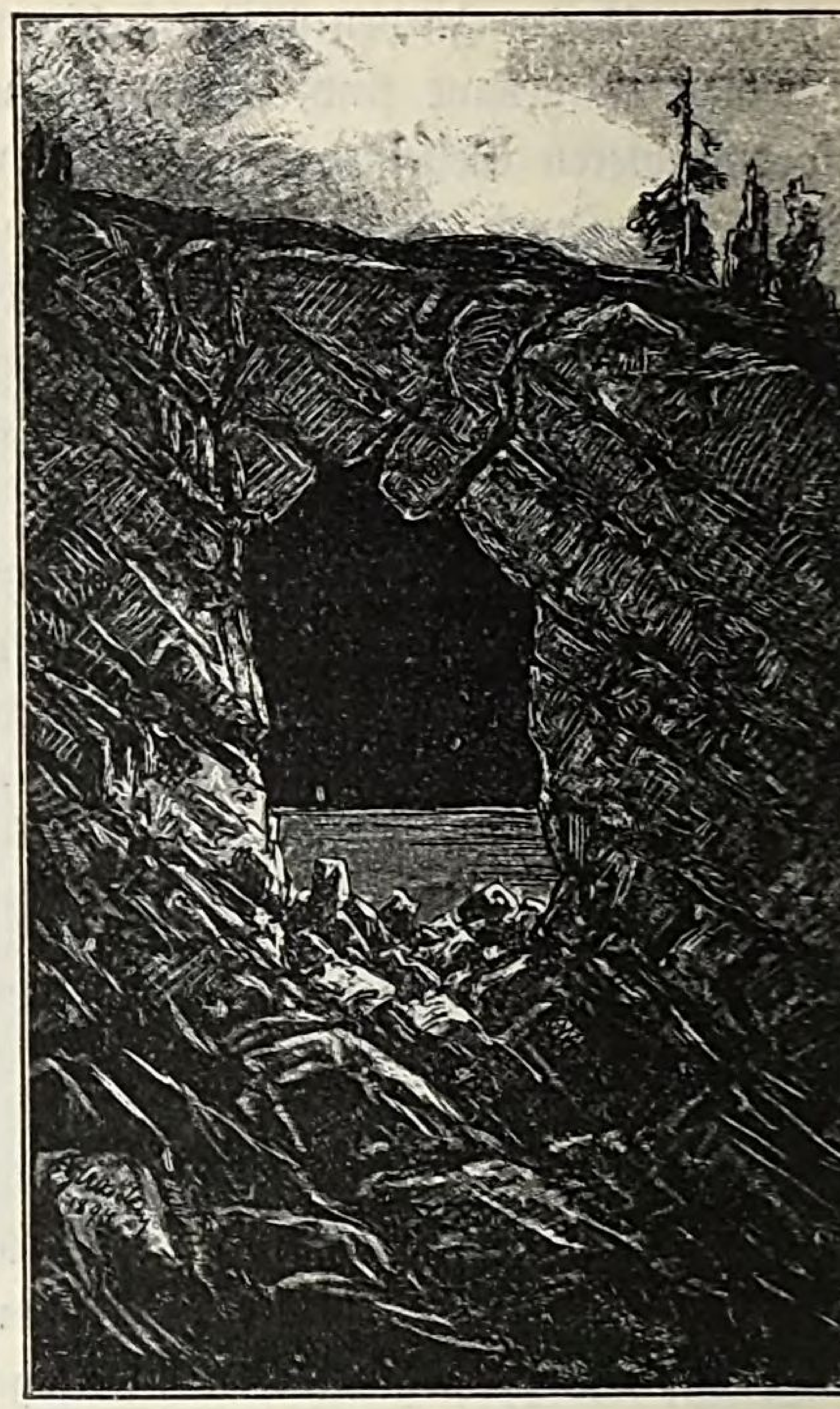


Fig. 2.

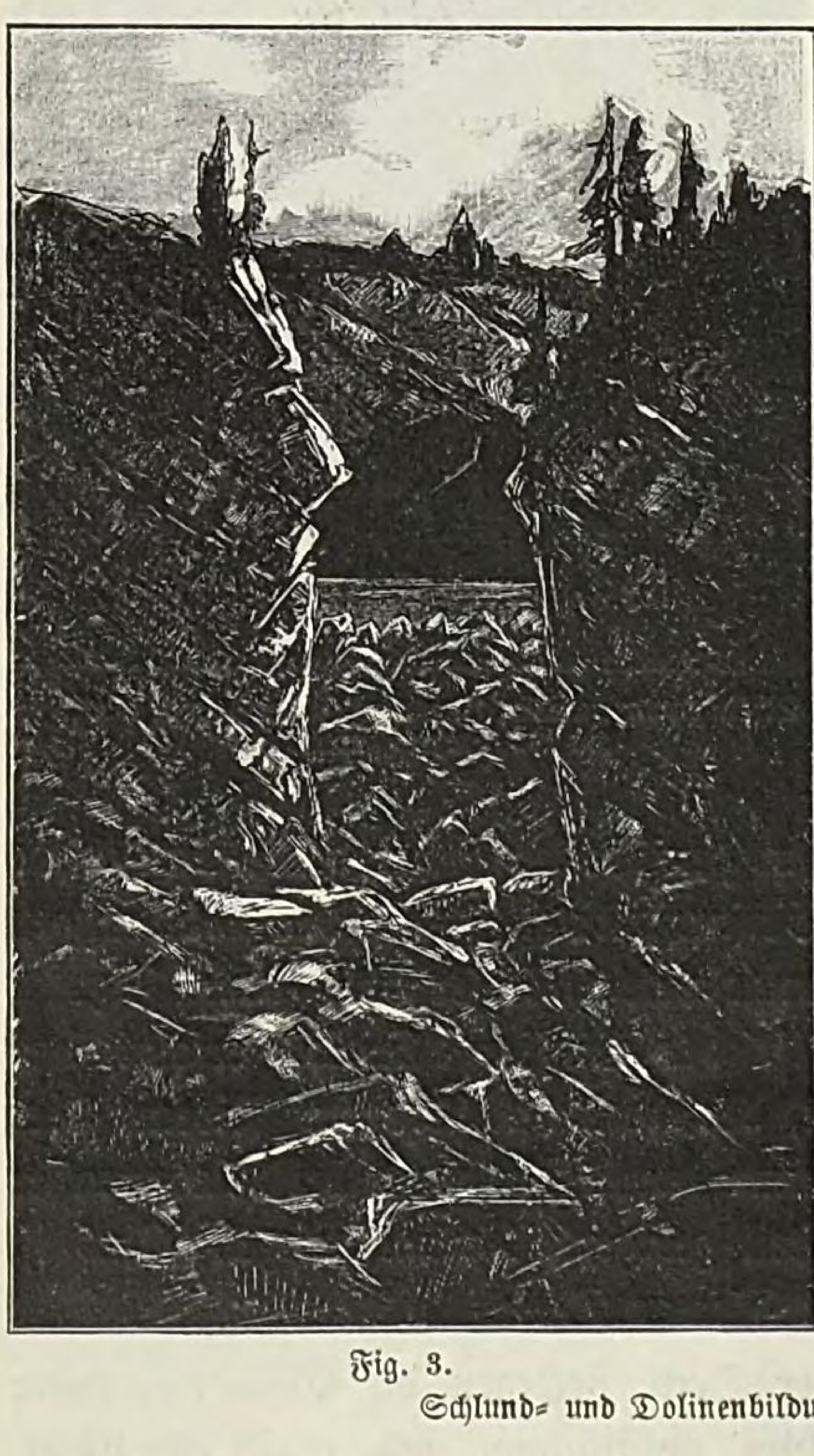


Fig. 3.

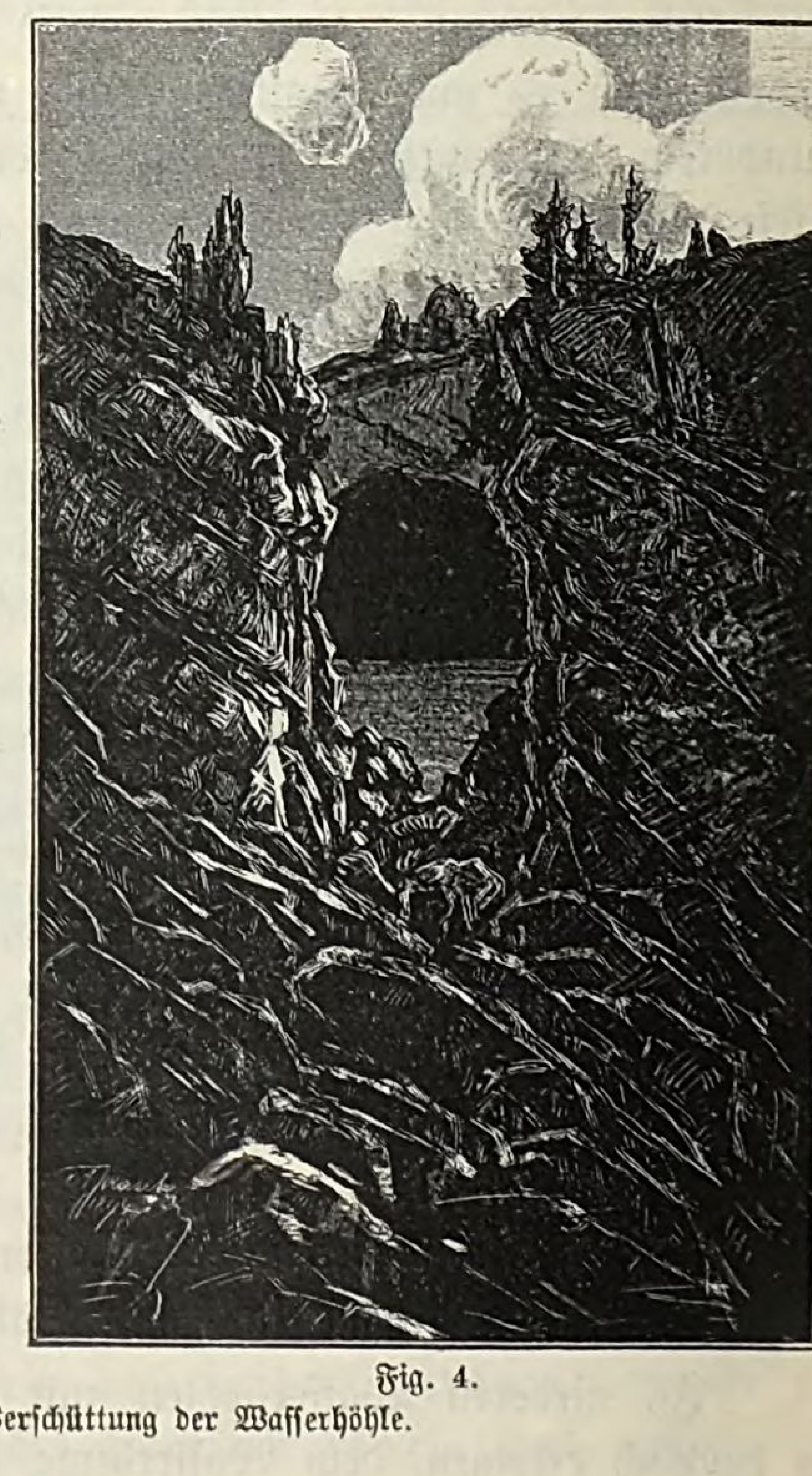


Fig. 4.

Schlund- und Dolinenbildung ohne Verschüttung der Wasserhöhle.

das Hinderniß, welches er nicht zu bewältigen vermag, zu umgehen, wozu irgend eine Kluft ihm dienen muß, die stromaufwärts mit der Wasserhöhle communicirt und

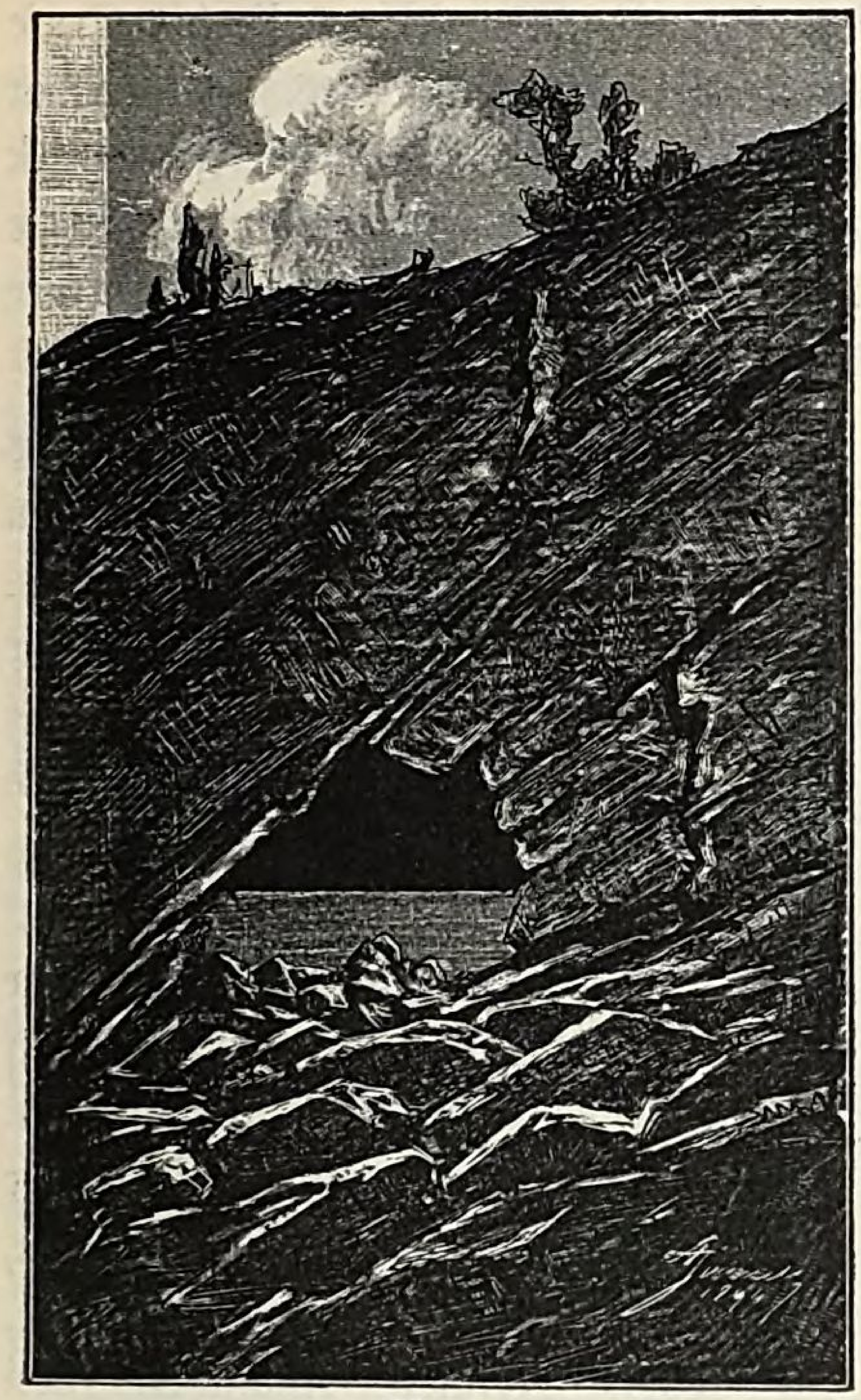


Fig. 5.

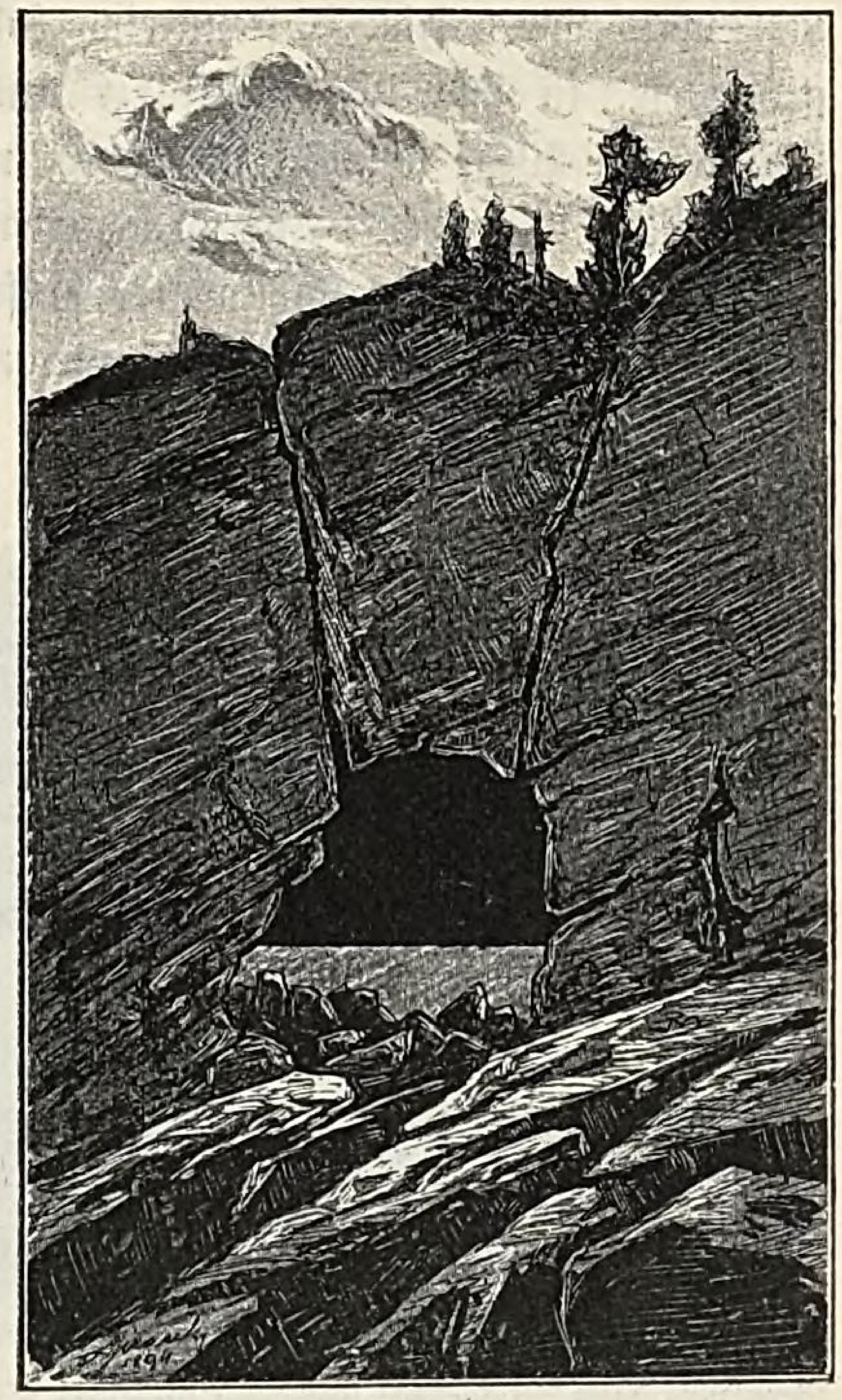


Fig. 6.

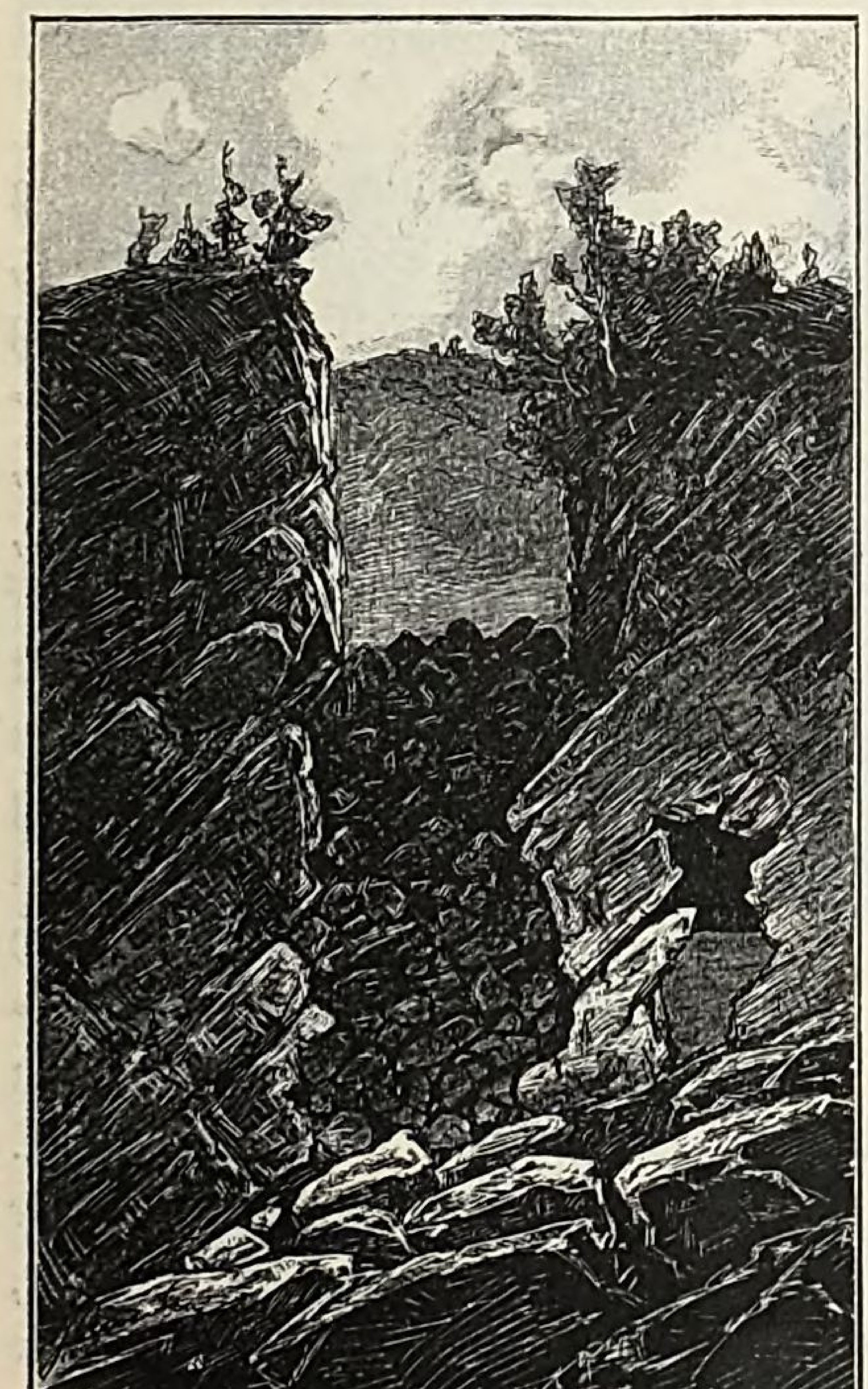


Fig. 7.

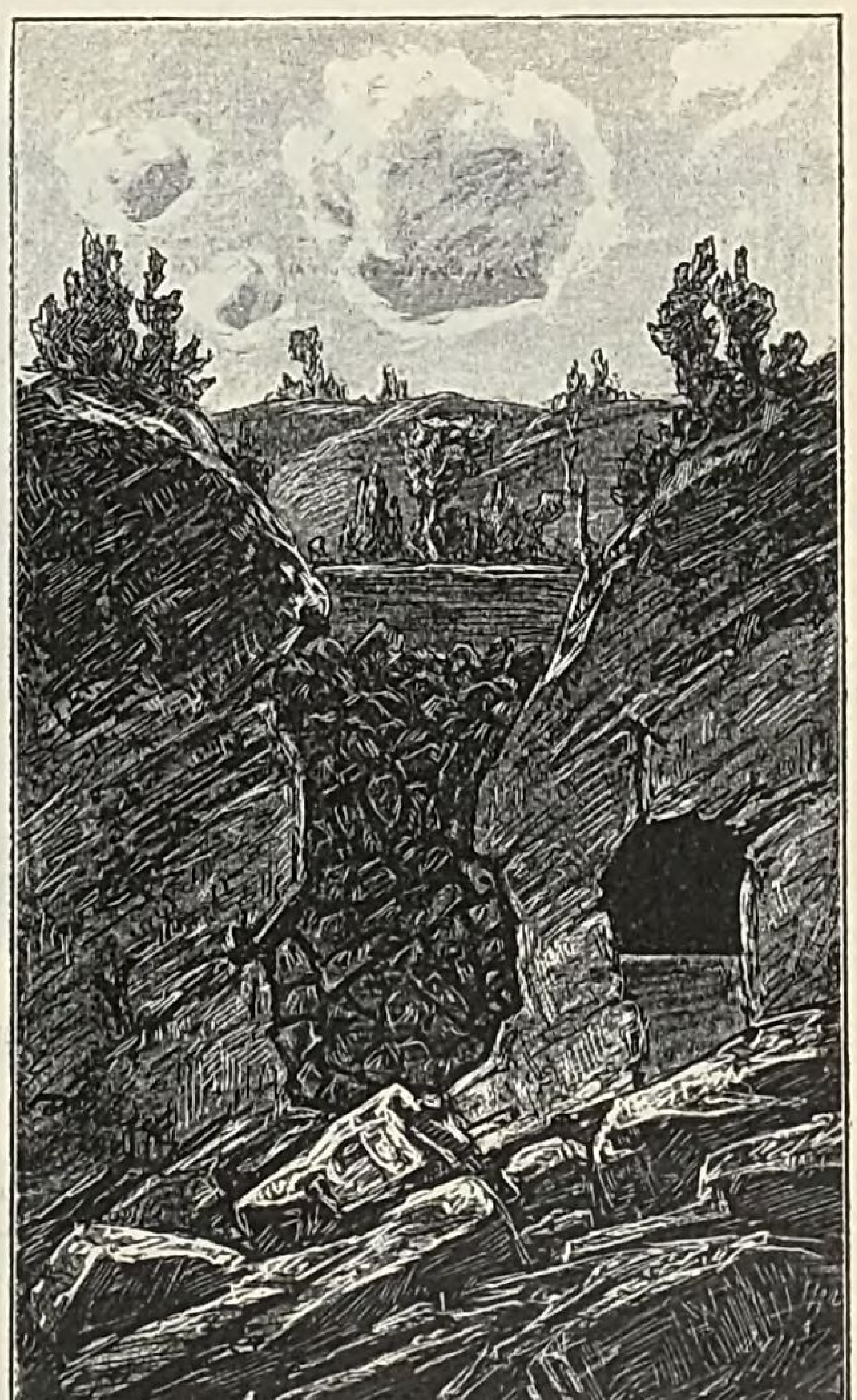


Fig. 8.

Verschüttung einer Höhle durch Bildung einer Einsturzdoline.

nicht mit dem früheren Unterlaufe gerade zu communiciren braucht, obwohl auch Pfeilerbildungen nichts Seltenes sind. Letzteres kommt im unterirdischen Poiklaufe

mehrmals vor. Fig. 5 stellt eine solche Wasserhöhle vor. In Fig. 6 ist die Decke geborsten, in Fig. 7 eingestürzt und die Höhle ist verschüttet. Das Wasser hat sich andere Wege gesucht, die noch nicht vollständig erweitert sind. In Fig. 8 ist der Proceß vollendet. Aus dem steilen Einsturzschlunde ist eine trichterförmige Doline durch Abböschung der Steilwände entstanden. Das Blockmaterial ist durch Sedimente überlagert, über denen sich Vegetation angesiedelt hat.

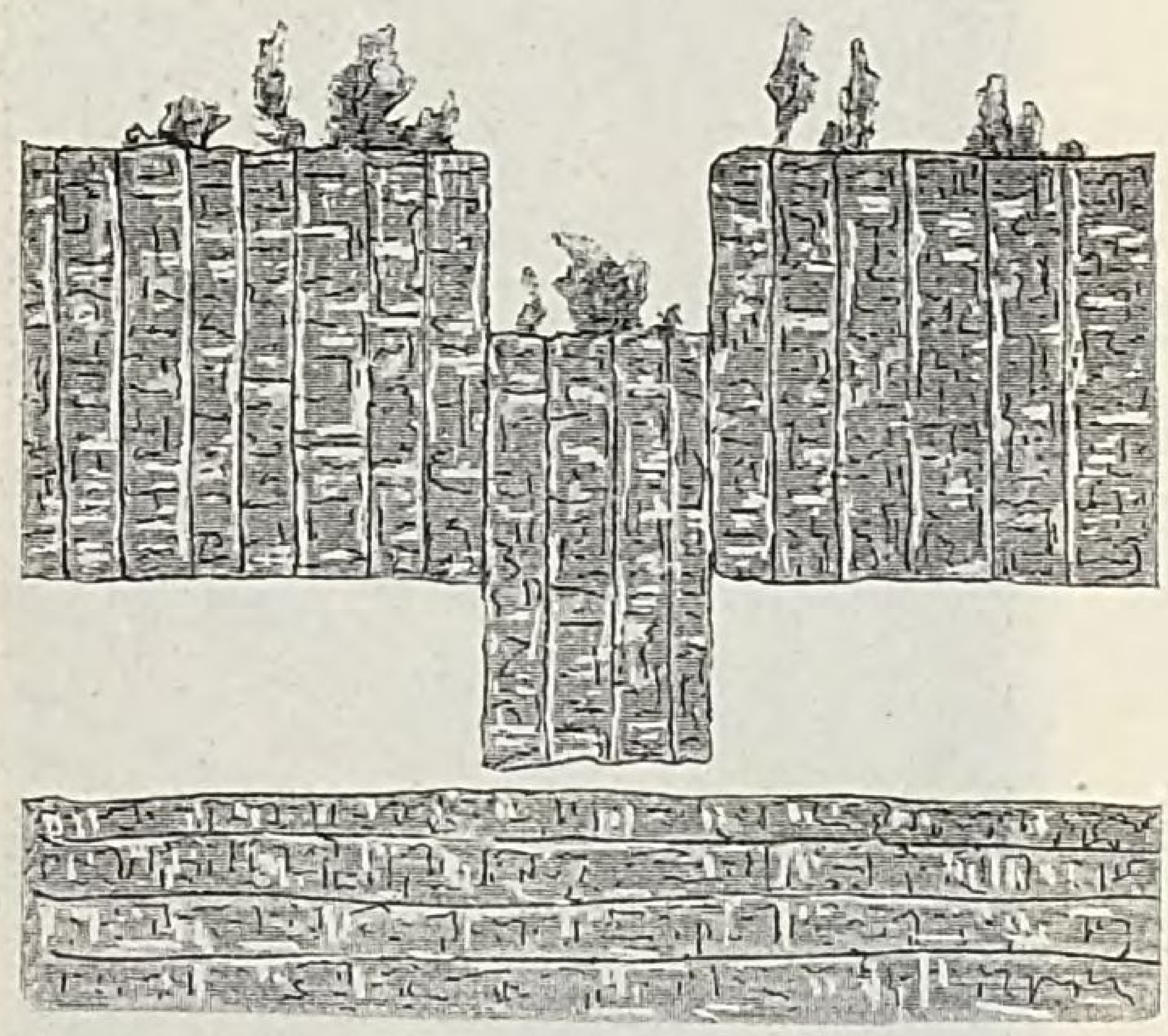


Fig. 9.
Verengung durch Verschiebung senkrecht einfallender Schichten.

Die Schlundbildung durch plötzliches Nachsitzen von senkrechten Schichten dürfte zu den seltensten Formen gehören. Ein Beispiel dafür bildet jedoch die kurze Unterbrechung in der Kaiser Franz Joseph- und Elisabeth-Grotte[1]), durch welche derzeit der künstliche Durchschlag führt. Die alte Höhlendecke sitzt auf dem Boden auf. In Fig. 9 ist eine solche Verschiebung dargestellt, die auf der Oberfläche durch einen geschlossenen Schlund auch bemerkbar ist, dessen Wände mit der Zeit ihre Steilheit verlieren, wodurch die Dolinenform entstehen kann. Ein solches locales Nachsitzen von Schichten ist aber nur dort denkbar, wo sich unterhalb ein Hohlraum befindet.

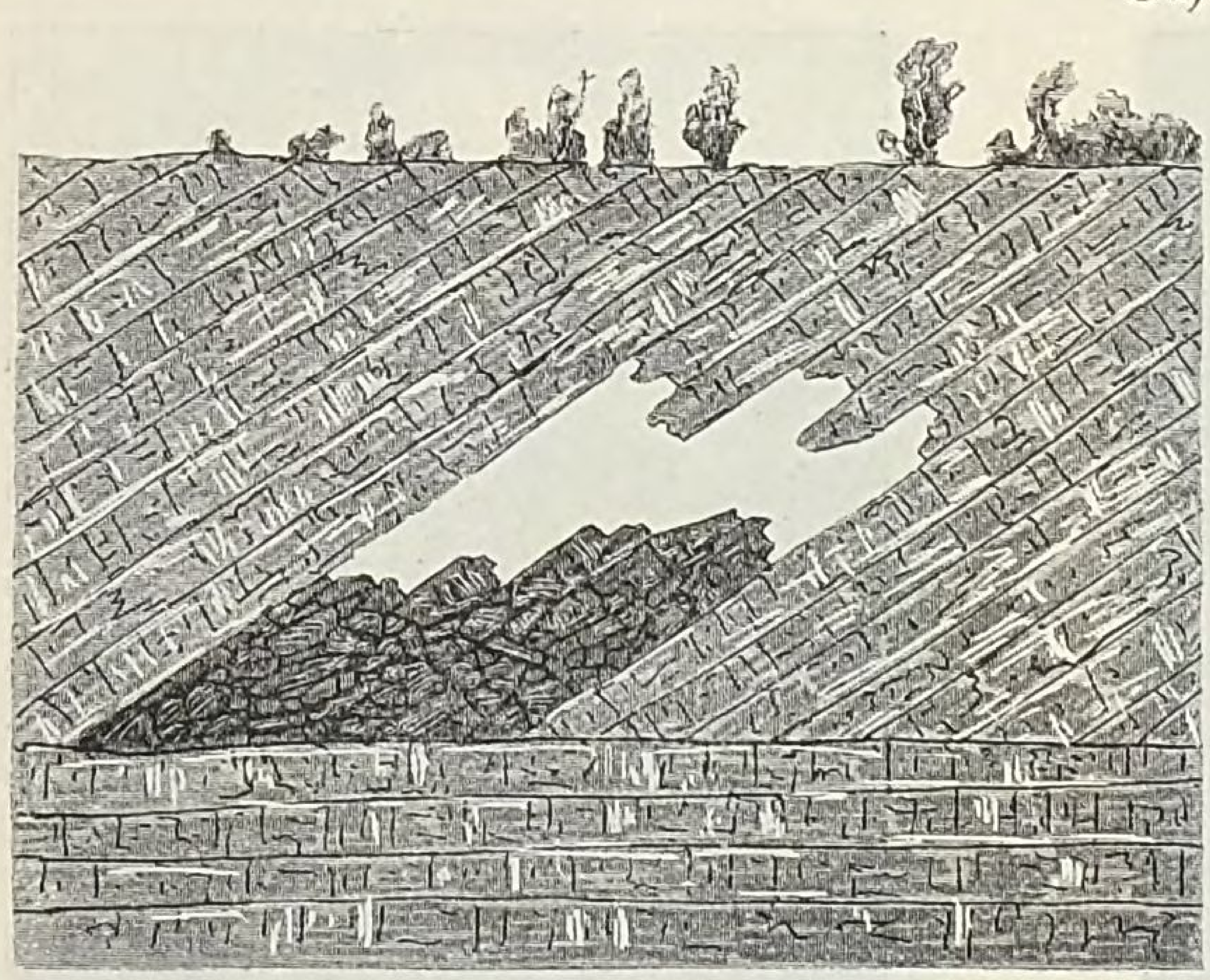


Fig. 10.
Abbröckeln stark geneigter Schichten

Was endlich die Bildung von schrägen Schlünden betrifft, die durch successive Loslösung von Deckenstücken bei schräg geneigten Schichten entstehen können, so können die Abbildungen 10, 11 und 12 vielleicht einen Begriff davon geben. In Fig. 9 füllt sich eine Höhle, die in geneigten Schichten liegt, durch Loslösung von Deckenstücken. Dies kann sich so lange fortsetzen, bis auch der letzte Rest der Decke verschwunden und eine Depression entstanden ist, wie in Fig. 11, bei der ein plötzliches Nachgleiten angenommen ist. In beiden Fällen entsteht auf der Oberfläche eine dolinenförmige Depression, welche mit der Abböschung des vorspringenden Theiles vollendet ist. Jene Seite aber, welche Schichtflächen zeigt, wird minder von den äußeren Einflüssen angegriffen, die nur Regenrinnen (Karrenfelder) erzeugen können, wie dies bei der Doline stara apnenca (nächst Adelsberg) der Fall ist.

Aus Schlünden entstehen also durch meteorologische Einflüsse

[1]) Seitengang der Adelsberger Grotte.

2. Die echten Dolinen oder Einsturzdolinen. Durch Verwitterung, Frostwirkung, mechanische und chemische Erosion verliert der Schlund seine Steilwände. Das zuerst auf die Deckenbruchstücke abstürzende Material besteht noch aus gröberen Blöcken, später werden auch kleinere Stücke und Schwemmproducte am Grunde der Doline abgelagert. Am kahlen Gehänge bilden sich an dafür geigeneten Stellen Erosionsfurchen (Karren), und je mehr Material von den Rändern zur Tiefe gebracht wird, desto mehr verschwindet die Trichterform. Diese wird endlich zur seichten Schüsselform, und schließlich kann, wenn die Lage günstig ist, auch die ganze Depression verwischt werden. Obwohl daher Einsturzschlünde und Einsturzdolinen die gleiche Entstehungsursache haben, so besteht doch ein so wesentlicher Unterschied in der Form, daß sie von einander getrennt werden müssen. Die beigegebenen Abbildungen von echten Dolinen mit Abböschung in verschiedenen Stadien veranschaulichen die successive Umbildung. Selbstverständlich gibt es während der Umbildungsperiode Stadien, wo es vom Belieben des Beobachters abhängen kann, ob er die eine oder die andere Bezeichnung wählen will. Zu den Dolinen können auch die Kesselthäler gerechnet werden. Der Unterschied zwischen Beiden besteht nur darin, daß die Dolinen durch einmaligen Einbruch gebildet werden, während die Kesselthäler durch fortgesetzte Einbrüche und nachträgliche Erweiterung durch oberirdische Einflüsse entstanden sind.[1]) Zwischen beiden stehen die Doppeldolinen von länglicher Form, deren Trennungsgrat oft noch erkennbar ist, und die Furchen, welche aus der Vereinigung einer Dolinenreihe entstehen, wobei auch in den Karstländern menschliche Nachhilfe häufig mitwirkt.

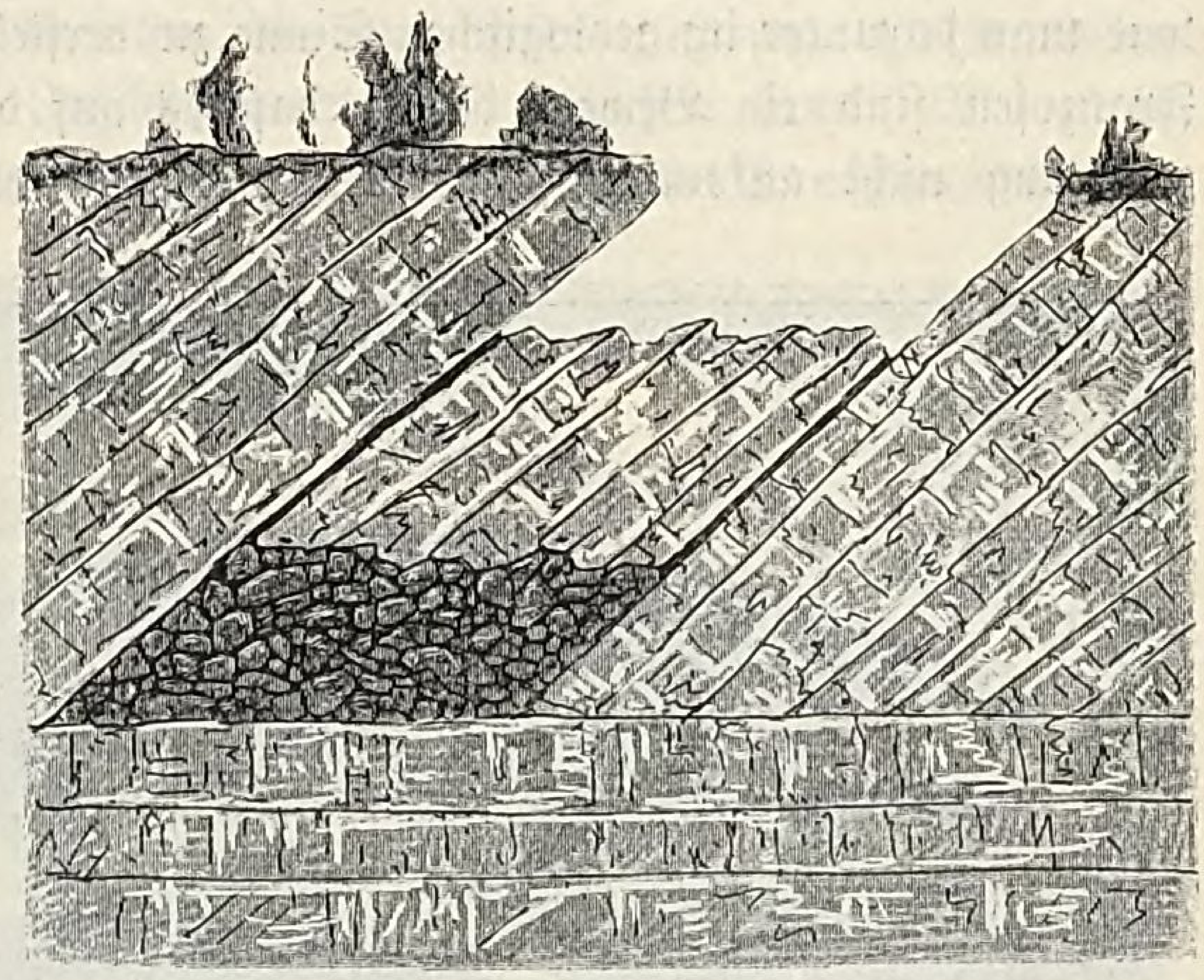


Fig. 11.
Abbröckeln schief geneigter Schichten mit nachgleitender Decke.

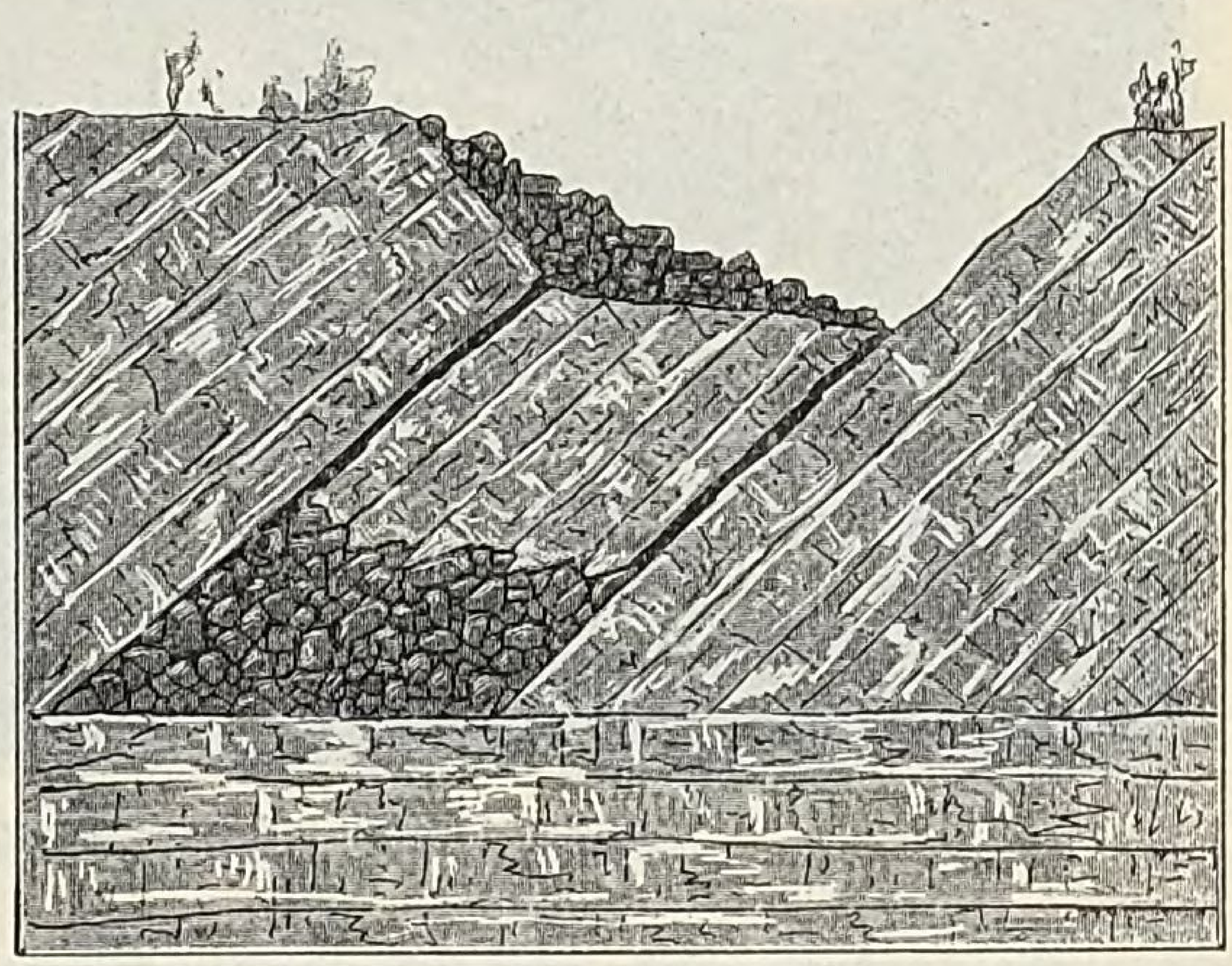


Fig. 12.
Dolinenbildung in Folge des Gleitens schief geneigter Schichten.

Um also den vielfachen Mißverständnissen ein Ende zu machen, bleibt kein anderes Mittel übrig, als die Einsturzschlünde von den anders geformten Einsturzdolinen zu trennen und letztere als die echten Dolinen zu

[1]) Von den auf andere Weise als durch Deckenbruch entstandenen Kesselthälern wird noch später die Rede sein.

betrachten. Die sehr ähnlich geformten Erosionstrichter die wohl mit den Karsttrichtern von Mojsisovics (vide pag. 25) identisch sein dürften, gehören aber durchaus nicht hieher. Für zwei auf ganz verschiedenem Wege entstandene Erscheinungen müssen auch zwei verschiedene Namen eingeführt werden, um den leidigen Verwechslungen vorzubeugen. Ob die Namen etymologisch richtig sind oder nicht, das ist gleichgiltig, die Hauptsache bleibt stets, daß man wisse, was unter dem Ausdrucke zu verstehen ist. Der Ausdruck Denudation ist zum Beispiel auch nicht sehr correct, aber man weiß doch, was man darunter im geologischen Sinne zu verstehen habe.[1]) Auch die „thalwegs" der Franzosen sind ein Beweis dafür, daß es auf die etymologische Richtigkeit der Bezeichnung nicht ankommt, sondern nur auf die allgemeine Giltigkeit derselben. Will



Dolinenlandschaft nach einem Aquarell von Beuerlin.

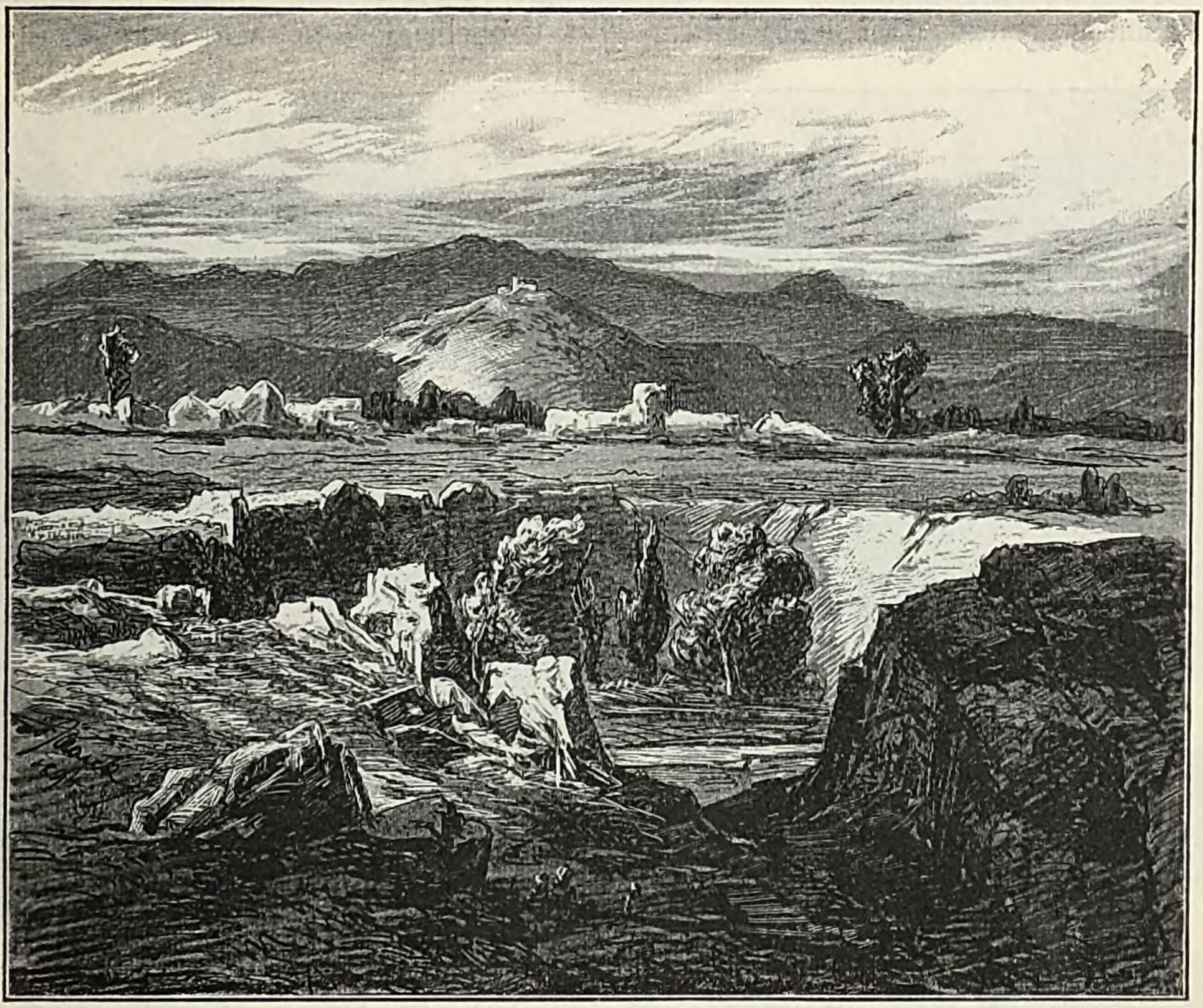
man also das bereits eingebürgerte Wort „Doline" überhaupt beibehalten, so darf man es nur für eine einzige Type anwenden, und als solche können die echten oder Einsturzdolinen gewählt werden. Für die ähnlich geformten unechten Dolinen kann ganz gut der Name Karsttrichter angewendet werden, welcher durch Mojsisovics populär geworden ist, ohne deshalb seine daran geknüpfte Theorie acceptiren zu müssen.

[1]) Die Forstleute verstehen unter Denudation allerdings etwas ganz Anderes als die Geologen, wie sie auch die Worte „Karst" und „Verkarstung" in einem ganz anderen Sinne anwenden. Wegen der fehlerhaften Anwendung einer Bezeichnung in einer Disciplin braucht man aber einen Ausdruck nicht zu eliminiren, der allgemein Geltung besitzt. Das Wort „Karst" bezeichnet eine Oberflächenerscheinung, welche durch geologische Vorgänge hervorgerufen wurde. Es in anderem Sinne anzuwenden, ist falsch.

Wenn auch die Erosion ganz ähnliche Formen wie der Einsturz erzeugen kann, so müssen sie doch sowohl theoretisch, als auch in Bezug auf die Nomenclatur von ihnen getrennt werden.

Die wesentlichsten Typen der reinen Erosionserscheinungen sind:

3. Erosionsschlünde, welche gleich den Einsturzschlünden auch häufig Naturschachte[1]) genannt werden, eine Bezeichnung, die man eigentlich nur bei engeren Schlünden von wirklicher Schachtform anwenden sollte. Die Erosionsschlünde entstehen aus der Erweiterung von engen Spalten, die mit tiefer liegenden Höhlenräumen communiciren, durch welche das Infiltrationswasser abfließen kann. Wo keine Wassercirculation stattfinden kann, bildet sich kein Erosionsschlund.

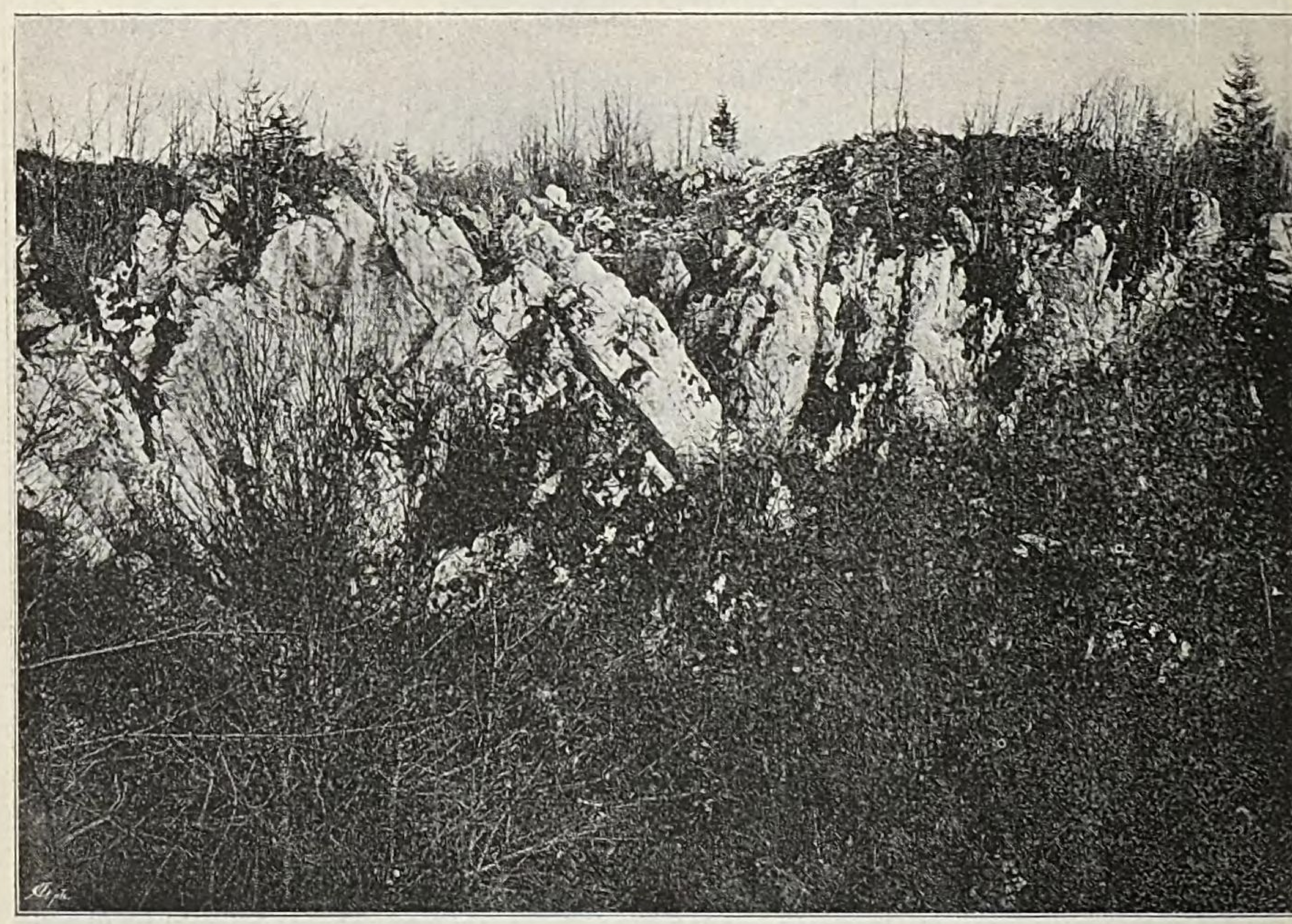


Doline bei Repentabor nach einem Aquarell von Beuerlin.

Je größere Wassermengen aber zur Circulation gelangen, desto mehr werden die Wände der ursprünglichen Spalte angegriffen und mit der fortschreitenden Erweiterung fällt auch der Widerstand für das einfließende Wasser, wodurch es erklärlich wird, daß die engeren, mehr Widerstand bietenden, benachbarten Spalten nur mehr wenig Zufluß erhalten, weil die bereits zum Schlunde erweiterte größere Spalte mit großer Raschheit die Wässer aufzunehmen und abzuführen vermag. Es ist daher auch nicht zu wundern, daß sich oberirdisch ganze Rinnen (die thalwegs der Franzosen) bilden, welche zu den Schlünden führen, und daß sich periodische oder permanente Bäche, welche in der Nähe fließen, einen Weg in solche Schlünde gebahnt haben. Die Form

[1]) Der französische Ausdruck ist „puits naturels“. Einzelne deutsche Geologen nennen sie geologische Orgeln, Schlünde, Schachtlöcher ꝛc.

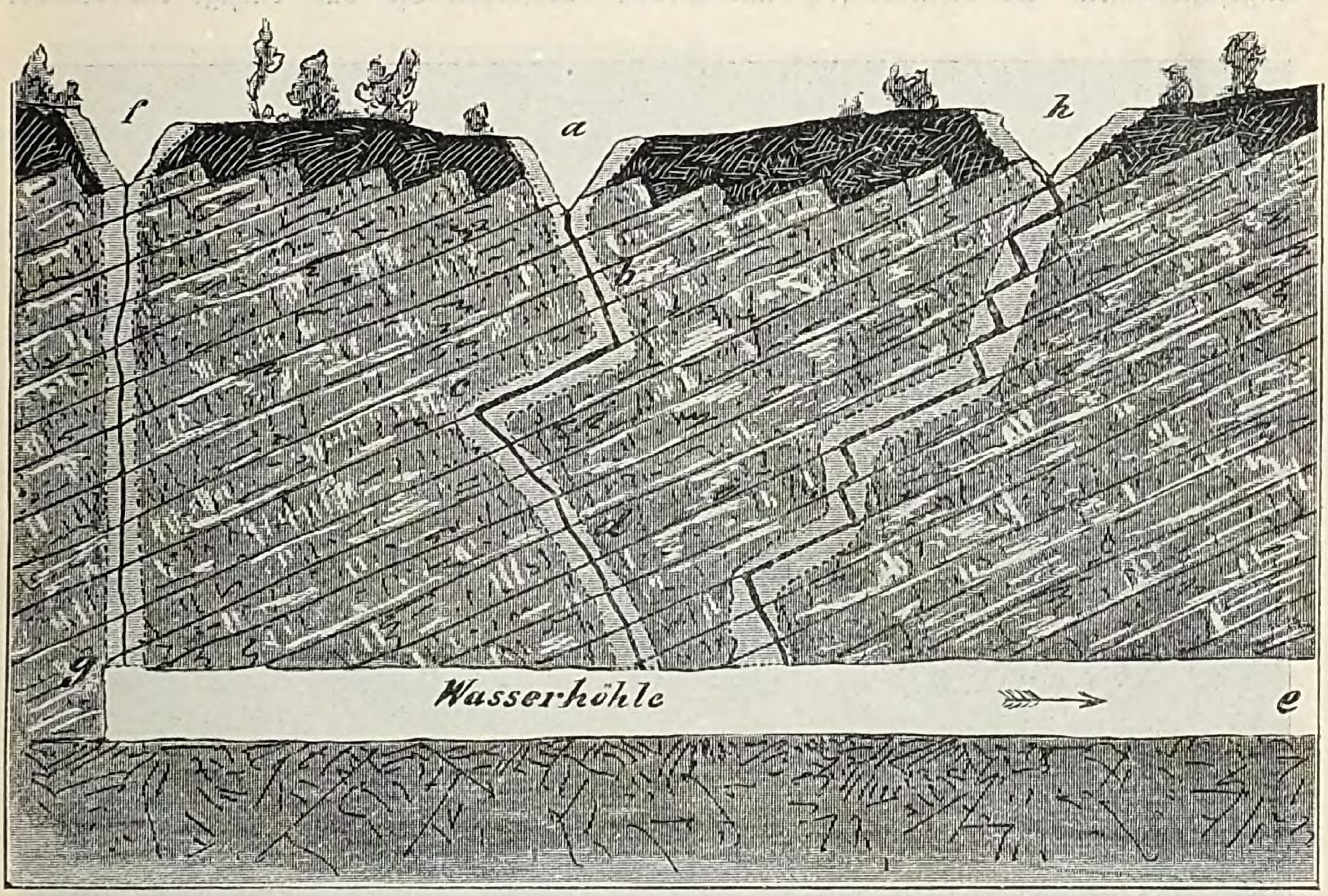
der Erosionsschlünde ist eine weit mannigfaltigere, als jene der Einsturzschlünde, die schon wegen ihrer Entstehungsweise senkrechte, ja sogar oft überhängende Wände besitzen. Je nach der Vertheilung der Klüfte, Sprünge oder Haarspalten im Gesteine, durch deren Hilfe das Infiltrationswasser seinen Weg sich bahnen konnte, haben die Erosionsschlünde ein mehr oder minder steiles Gefälle, welches bis zum senkrechten Absturze geht. In letzterem Falle gleichen weite Erosionsschlünde sehr den Einsturzschlünden, und dies mag die Ursache sein, daß einzelne Forscher keinen Unterschied machten, beide Formen für identisch erklärten und überhaupt von einem Einsturze nichts wissen wollten. Bei Schlünden verwischen sich die Spuren ihrer Entstehungsart verhältnißmäßig sehr rasch durch das Hinzutreten der meteorologischen Einflüsse auf die Wände, und zwar besonders: nahe am Tage. Diese Einflüsse wurden bei Einsturzschlünden bereits oben nachgewiesen. Bei Erosionsschlünden tritt aber noch ein



Innenansicht der Doline Kršelivka nach einer Photographie von Schäber.

Moment hinzu, welches die Erosionsspuren total zu verwischen vermag, und dieses ist die von unten her beginnende Abbröckelung durch Nachfall, welche dem Erosionsschlunde seine glatt gescheuerten Wände raubt und ihnen ein scharfkantiges Ansehen gibt, welches eigentlich nur bei Einsturzschlünden vorkommen sollte. Derartig umgewandelte Schlünde sind nur schwer mehr als Erosionsschlünde zu erkennen, und es bedarf einer besonderen Uebung, um ihre Entstehungsweise herauszufinden. Der Abgrund von Jean Nouveau (S. 111) ist im Beginne einer solchen Umwandlung begriffen, die aus dem Durchschnitte auch für den Nichtfachmann leicht erkennbar ist. Um die schrägen Formen oder die etagenförmigen Schlünde in Bezug auf ihre Entstehungsweise zu erklären, dürfte die schematische Zeichnung S. 123 genügen. Bei *a* hat sich das Wasser durch das aufgelagerte Erdreich einen Weg zu einer Spalte gebahnt, welche bei *b* die Schichtung des Gesteines durchbricht, bei *c* folgt es der Lagerung des Gesteines, bei *d* gelangt es in anderem Winkel als bei *b* an die

Grenze des durchlässigen Gesteines und findet dort mit vermindertem Gefälle einen Ausweg nach *e*, den es zu einer horizontalen Höhle (oder Tunnelhöhle) erweitert. Sind die Klüfte mehr senkrecht vertheilt, so entsteht die richtige Schachtform wie bei *f—g*. Die Etagenhöhle *h—i* nimmt einen anderen Verlauf. Ein abwechselndes Durchbrechen und Verfolgen der Schichten erzeugt stets die Etagenhöhlen. Die punktirten Linien zeigen die späteren Erweiterungen an[1]). Die trichterförmigen Mundlöcher gleichen sehr den echten, primären Dolinen; sie unterscheiden sich aber von ihnen dadurch, daß sie am Grunde ein offenes, sehr häufig auch sichtbares Abflußloch besitzen (s. Neumayr l. c., S. 455), was bei den Einsturzdolinen nicht der Fall ist, auf deren Grund man entweder offene Höhlen oder ein Gewirre von Klüften zwischen dem Einsturzmaterial findet, wenn dasselbe nicht nachträglich durch Schwemm-



Ausbildung von Klüften zu Schlünden.

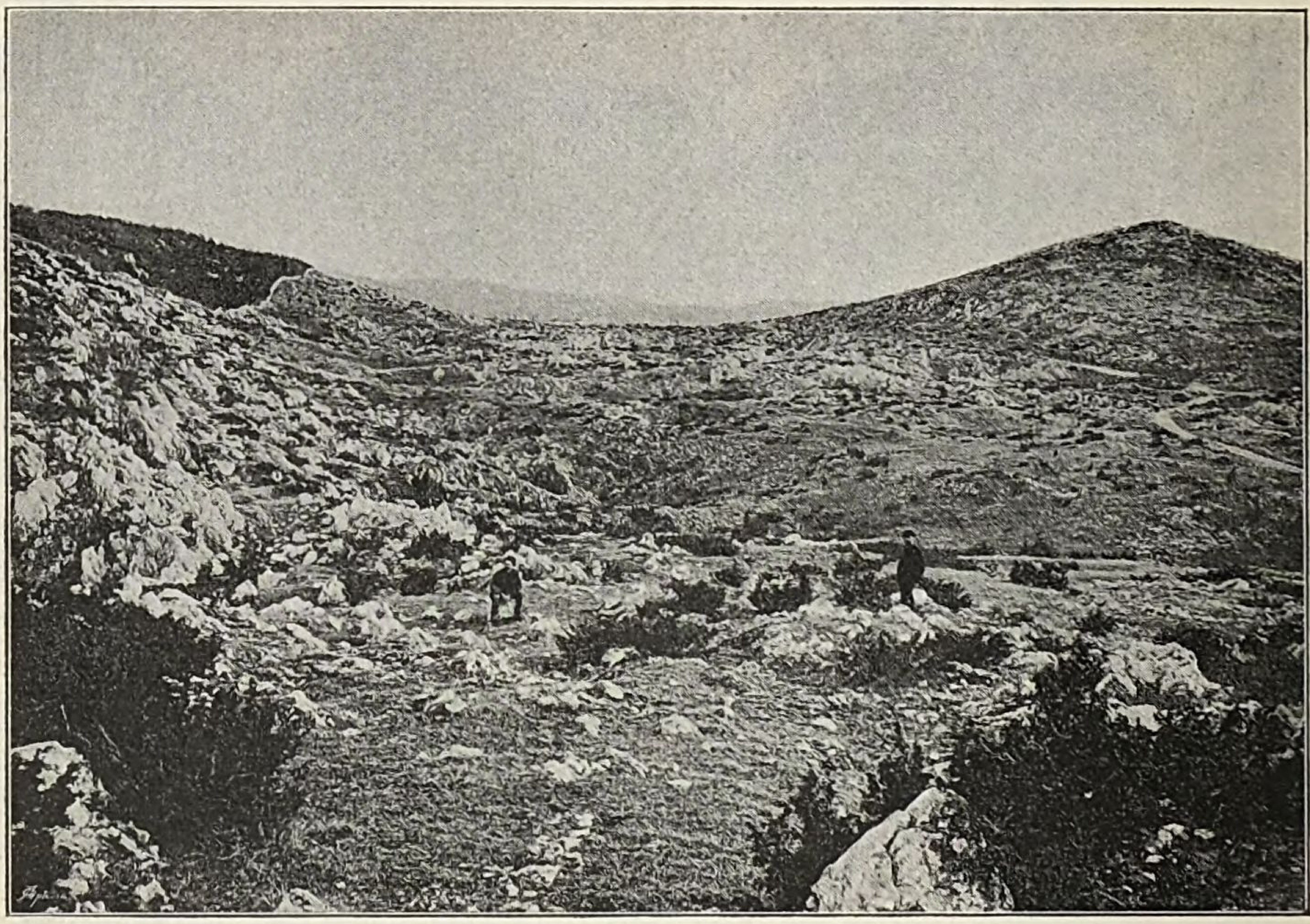
producte überdeckt worden ist. Auch sind die Dimensionen dieser Kluftmündungstrichter häufig nicht bedeutend.

Nur selten in Function tretende oder ganz außer Function getretene Spaltensysteme sind in den meisten Fällen verschlämmt. In Steinbrüchen, in Eisenbahneinschnitten u. dgl. werden verschlämmte, verschüttete oder sonstwie ausgefüllte Klüfte und ihre trichterförmigen Mündungen nicht selten angefahren und bilden ebensoviele Streitobjecte bezüglich ihrer Entstehungsweise, die doch so einfach zu erklären ist: Ein vom Rande losgelöstes Steinchen genügt, um den Querschnitt der

[1]) Der Abgrund von Jean Nouveau (S. 111) repräsentirt die senkrechte Form, die Padrič-Grotte bei Triest die Etagenform. Außerdem kommen aber auch Combinationen vor, daß sich mehrere Klüfte unterirdisch vereinigen oder daß sich eine einzelne erweiterte Kluft unterirdisch in mehrere Arme spaltet. Ersteres ist der Fall in der Lorenz Liburneau-Höhle im Planinathale, letzteres in den Schlünden „Na dnam“ im Ratschnathale (nach Hrasky) und in mehreren französischen Schachthöhlen (nach Martel).

unbedeutenden Oeffnung auf Null zu reduciren. Darüber lagert sich Lehm oder Erde, und die Spalte vermag nicht mehr zu functioniren oder gestattet höchstens einen langsamen Sickerproceß. Der unbedeutende Trichter am Mundloche ist nun bald ausgefüllt und man hat keine Ahnung von dessen Existenz, bis er nicht durch einen Zufall angeschnitten wird.[1]) Diese Art von Trichtern sind jene, die man als die richtigen

4. Karsttrichter (Erosionstrichter) bezeichnen darf, die an der oberen Grenze des anstehenden Gesteines sich bilden, und die auch dort erkennbar bleiben, wo eine Ueberlagerung desselben mit losem Materiale vorhanden ist, insolange die Kluft offen bleibt, welche die Schwemmproducte nach der Tiefe abzuführen bestimmt ist. In die Karsttrichter wird gleichwie in die Einsturzdolinen viel leicht abschwemmbares Material eingeschwemmt. Es befindet sich am Grunde derselben oft das einzige cultivirbare



Karstlandschaft mit Erosionstrichtern bei Adelsberg, nach einer Photographie von Schäber.

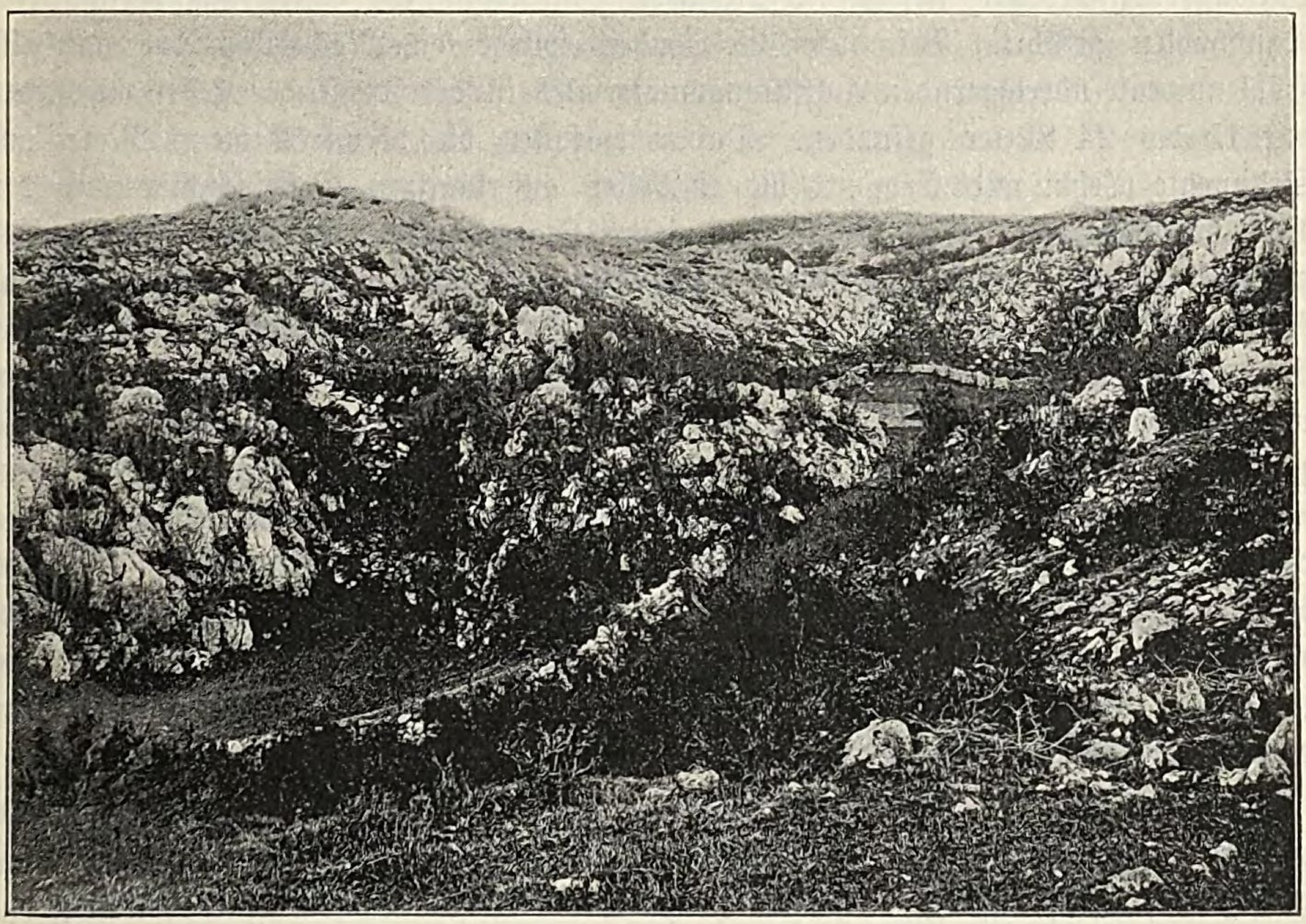
Terrain der Umgebung. Die fleißigen Landbewohner säubern derlei Plätze vom Strauchwerk und Steinen und verwenden letztere zur Aufführung von Schutzmauern um das Grundstück. Derlei Einfriedungen nennt man in Krain Ograda's.

Es ist klar, daß im Verlaufe von weithin verlaufenden Bruchspalten die Infiltration viele Angriffspunkte finden kann, und daß die Trichter, welche an den Mündungen dieser Angriffspunkte entstehen, in jenem Sinne angeordnet sein müssen, wie die Spalte verläuft. Das sind dann ausgesprochene, in einer Reihe angeordnete Trichter, wie sie Professor Dr. C. W. Gümbel in seinem Werke: „Geognostische Beschreibung der fränkischen Alb" (Kassel 1891), S. 46, in höchst anschaulicher Weise abbildet (Hühlenlandschaft mit Wetterlöchern bei Gößweinstein). Auf dieser Abbildung

[1]) Derlei verschlämmte Trichter verrathen sich nur durch eine etwas üppigere Vegetation, die mit jener der minder tiefgründigen Umgebung auffallend contrastirt.

erscheinen vier geradlinig angeordnete Erdfälle im Culturboden, deren Entstehung Professor Gümbel folgendermaßen erklärt:

„Es sind dies Niederbrüche, welche nach Art der Dolinen dadurch entstanden sind, daß an etwas vertieften Stellen, wo sich das Regenwasser ansammeln konnte und Klüfte die unterliegenden Kalk- oder Dolomitfelsen durchzogen, das Wasser auf diesen Spalten in die Tiefe versitzen konnte, wobei nach und nach Auswaschungen und Abnagungen an den Rändern der Spalten zu Stande kamen, und endlich rund um diese Versitzstelle des Tagwassers ein Zusammenbrechen der untergrabenen Gesteinsschichten und ein Nachsitzen der auflagernden Erdmassen erfolgte. . . . ." „So stehen die Hühlen[1]) der Hochfläche, welche, meist der Richtung der Spalten folgend, oft geradlinig eine an die andere sich anreihen, mit den Quellpunkten in den Thälern in enger genetischer Beziehung."



Karstlandschaft nächst der Lantscharieuz-Grotte mit Ograda nach einer Photographie von Schäber.

Außer den Trichtern an Spaltenmündungen gibt es noch andere dolinenförmige Depressionen im lockeren Materiale, auf deren abweichende Entstehungsweise Verfasser schon 1887[2]) aufmerksam gemacht hat. Es sind dies die Sauglöcher in jenen Kesselthälern, welche durch Einsturz entstanden sind und die damals „Seedolinen" genannt wurden, um sie zu unterscheiden. Čvijić griff diese Unterscheidung auf und schlug dafür den Namen „Schwemmland-Dolinen" vor. Um aber das Wort Dolinen zu umgehen, dessen Anwendung in diesem Falle wieder nur zu Mißverständnissen Anlaß geben kann, dürfte es sich empfehlen, ein Compromiß zu schließen und sie als

5. Schwemmlandtrichter in eine eigene Classe einzureihen. Sie stehen den vorerwähnten Karsttrichtern am nächsten, unterscheiden sich von ihnen aber dadurch,

[1]) Hühlen (Hüllen), Wetterlöcher (Rieseln), nach Gümbel.

[2]) Verhandlungen der k. k. geologischen Reichsanstalt, Wien 1887, Nr. 2, S. 54.

daß die Unterlage des Schwemmbodens, in dem sie liegen, nicht aus anstehendem Gesteine, sondern aus Felstrümmern besteht[1]) und daher eine ungeheure Anzahl von Zwischenräumen vorhanden ist, welche nicht nur die Infiltration begünstigen, sondern auch ebensosehr den Nachfall, wie die Verschlämmung. Während also die Karsttrichter ihren Platz nicht wechseln können und an die vorhandenen Klüfte im anstehenden Gesteine gebunden sind, ist dies bei den Schwemmlandtrichtern weit weniger der Fall, weil ja der Untergrund überall durchlässig ist. Auch in größeren Einsturzdolinen kommen Schwemmlandtrichter vor. In durch Erosion gebildeten Kesselthälern gibt es nur Schlünde mit trichterförmig erweiterten Mundlöchern. Wirkliche Schwemmlandtrichter liegen häufig gruppenweise beisammen. Jede dieser Trichtergruppen steht aber mit irgend einer Randhöhle in Verbindung (s. Abbildung S. 55) und sie sind auch demzufolge angeordnet. Die Existenz solcher Depressionen hat bei den Entwässerungsarbeiten in den Kesselthälern von Krain zur Entdeckung verschütteter Randhöhlen geführt. Bei dieser Gelegenheit wurde die Mächtigkeit des das alte Höhlenniveau überlagernden Auffüllungsmateriales in der Sohle der Kesselthäler stets mit 15 bis 24 Meter gefunden. Davon entfallen die oberen 2 bis 4 Meter auf Sedimente (Lehm und Erde), 1 bis 2 Meter auf kantigen Gesteinsschutt und der Rest darunter auf große Blöcke in wirrer Lagerung. Durch dieses Auffüllungsmaterial ziehen tausende von kleinen Canälen, die alle zur Abzugshöhle führen. Nachdem jedoch häufig die Mündungen dieser Höhlen vom Tage aus nicht sichtbar sind, so ist ihre Auffindung eine sehr schwierige Sache, die nur dort erleichtert wird, wo es möglich ist, durch Schlünde im benachbarten Plateau zur Höhle hinab zu gelangen und in ihr bis nahe an den Thalrand vordringen zu können. Es ist dann leicht, durch Messung den Punkt zu bestimmen, wo mit Hilfe eines Durchschlages vom Tage aus die verschüttete Oeffnung wieder freigelegt werden kann. Wo dies durchgeführt worden ist, verlieren die Sauglöcher ihre Bedeutung und der Wasserabzug wendet sich vorzüglich dort hin, wo er den geringsten Widerstand findet, also zur neuen erweiterten Oeffnung. Nach dieser Methode fand Herr Hrasky die verschüttete Mündung der Vršnica-Höhle im Račna-Thale (Krain).

Die Natur des Materiales, in dem sich die Schwemmlandtrichter befinden, bringt es auch mit sich, daß sich die Oeffnungen durch Nachfall oder Einschwemmung häufig verstopfen, daß sich aber andererseits wieder neue Löcher öffnen. Wo große offene Abzugshöhlen zu Gebote stehen, findet die Bildung von secundären Dolinen (Schwemmlandtrichtern) höchst selten statt. Die Natur bedarf ihrer nicht.

Čvijič spricht auch von nackten Dolinen (S. 234), die er nach Tietze und Lipold beschreibt, und führt diese Autoren für seine Ansicht, daß die Dolinen keine Einstürze seien, an. Er sagt (S. 234) ausdrücklich: „Solche von Zersetzungslehm freie Dolinen habe ich im Kučaj-Gebirge Ost-Serbiens und in Montenegro beobachtet." Was da Čvijič gesehen hat, ist nach seiner Beschreibung schwer zu enträthseln, denn er sagt weiters: „Diese nackten Dolinen zeigen eine zerklüftete, felsige Unterlage, welche meist durch Absorptionsspalten, manchmal auch durch ein oder etliche Schlundlöcher (Ponore) charakterisirt ist. Die Gebilde letzterer Art sind bis 1 Meter Durchmesser große Löcher im festen Kalkstein, durch welche das atmosphärische Wasser in den Boden einfließt; sie stellen meist die tiefste Stelle des Dolinenbodens dar." Es bedürfte einer bedeutenden Divinationsgabe, um zu enträthseln, was Professor Čvijič da

---

[1]) Bezüglich der Entstehungsweise siehe die Abbildung S. 55.

beobachtet hat und es ist dies um so schwerer zu ermitteln, weil er keine bestimmte Localität angibt. Eine zerklüftete, felsige Unterlage zeigen auch mitunter Einsturzdolinen, wahrscheinlich waren es aber einfache Karsttrichter, die noch nicht verschlämmt werden konnten, weil ihre Communication mit der Drainagehöhle noch offen stand. Daß sich in Trichtern mit weiten Abzugsröhren keine Schwemmproducte ansammeln können, ist selbstverständlich. Wird die Communication verlegt, so muß sich der Trichter bald in dem Maße füllen, als Schwemmproducte in denselben gelangen können. Aus diesen nackten Dolinen (recte Karsttrichtern) einen Beweis für die subaërische Entstehungsweise herleiten zu wollen, geht durchaus nicht an.

Fast komisch ist es, welche Gewährsmänner als Beobachter von nackten Dolinen angeführt werden. Tietze ist wohl der Letzte, der Angesichts seiner bekannten Stellungnahme zur Einsturzfrage als Gewährsmann citirt werden darf. Tietze erkennt nur die von Deckenbrüchen herrührenden Depressionen als Dolinen an, die ja im ersten Stadium in der Sohle voll von Klüften sein müssen, welche die Schwemmproducte abzuführen ganz geeignet sind. Ob man es aber mit Einsturzschlünden, echten Dolinen oder mit Karsttrichtern zu thun hat, so erfolgt doch stets bei allen derartigen Depressionen die Abschwemmung in senkrechter Richtung, und daß dieselbe erfolgen könne, bedingt die Annahme der Existenz einer Drainagehöhle, durch welche die Schwemmproducte weiter geschafft werden könen. — Lipold, der zweite Gewährsmann, sagt (Jahrbuch der k. k. geologischen Reichsanstalt, Wien 1858, S. 247—248) bezüglich der von ihm beobachteten Trichter: „Es ist bei diesem letzteren Falle (leere Trichter) jedoch anzunehmen, daß ursprünglich auch die trichterförmigen Vertiefungen mit den sandigen Lehmen ausgefüllt waren, und daß die letzteren erst in der Folge durch die Gewässer, die sich bei Regenwetter oder bei Schmelzung des Schnee's darin sammeln, aber durch Ritzen und Spalten des Kalksteines einen Abfluß finden, weggeschwemmt worden sind." Wie kann aber ein Abfluß stattfinden, wenn keine Drainagehöhle existirt? Ein oberirdischer Abfluß ist vollkommen ausgeschlossen und die zuströmenden Wassermengen werden rasch verschlungen. Eine Ansammlung von Regenwasser findet nur höchst selten und nur in alten, verschlämmten Depressionen statt. Gerade das, was Čvijič nackte Dolinen nennt, ist der beste Beweis für die Häufigkeit der bestehenden Drainagehöhlen, die er zu leugnen versucht.

Wäre die Arbeit von Čvijič nicht in einem so hervorragenden Fachblatte erschienen, wie die geographischen Abhandlungen von Professor Penck, so könnte man über die Irrthümer dieses Autors hinweggehen. So aber müssen sie erwähnt werden, weil die Gefahr nahe liegt, daß auf die Autorität des Herausgebers hin falsche Lehrmeinungen verbreitet werden können, an deren Beseitigung nicht frühe genug gegangen werden kann. Bezüglich der Nomenclaturen steht Čvijič übrigens ganz allein. Bisher ist es keinem Geologen eingefallen, enge Röhren Dolinen zu nennen. „Dolinen vom Trebičtypus" und „brunnenförmige Dolinen" nannte man bisher stets Schachte, Schachtlöcher, Naturschachte 2c. Sie unter die Dolinen einzurechnen, würde nur die ohnedies schon bestehende Confusion vermehren.

Was die Entstehung der Dolinen betrifft, so scheint Čvijič jener Ansicht zu sein, welche Dawkins wiederholt unterschoben worden ist und als deren Hauptvertreter Mojsisovics gilt.[1]) Die Karsttrichter sollten sich nach Art der Riesentöpfe oder Gletschermühlen als reine oberirdische Erscheinungen bilden. Seit zwanzig Jahren

[1]) Es ist übrigens nicht ganz festgestellt, wie sich Dawkins den Ursprung der Dolinen vorgestellt hat. Diesbezüglich siehe S. 23, wo diesem Zweifel eingehender Ausdruck gegeben wird.

hat man viele neue Beobachtungen gemacht und es ist durch dieselben erwiesen, daß sowohl die durch Einsturz entstandenen Dolinen als die durch Erosion entstandenen Karsttrichter ihre Existenz ausschließlich einer Drainagehöhle verdanken, durch welche die Entfernung der Schwemmproducte erfolgt. Auch die ausgefüllten Depressionen müssen einst eine Communication mit einer Höhle gehabt haben, sonst wäre ihre Entstehung unmöglich gewesen. Die Ausfüllung ist nur ein sicheres Zeichen, daß die Communication unterbrochen worden ist.

Zur irrigen Annahme, daß die Dolinen und Karsttrichter bloße Oberflächenerscheinungen seien und mit den Höhlen in keinem Zusammenhange stehen, mögen außer den Riesentöpfen auch die sogenannten „Erdpfeifen" Veranlassung gegeben haben.[1]) Viele Erdpfeifen mögen aber nur durch Erosion erweiterte Spalten sein, wie z. B. jene des Petersberges bei Mastricht, deren Natur schon Bory de Saint Vincent ganz richtig erkannt hat, die aber trotzdem noch immer unter den Oberflächenerscheinungen angeführt zu werden pflegen, obwohl sie mit ihnen nur die am Tage ausgehende Mündung gemein haben. Sackförmig sind sie aber nicht, denn sie durchsetzen die ganze Kreideschichte und communiciren mit horizontalen Klüften, welche das Infiltrationswasser dem Maashorizonte zuführen. Einzelne, weniger tief reichende Erdpfeifen führt Leyell auf vordem eingeschlossene Holzstämme zurück und Daubrée auf Wasserwirbel. Das wären allerdings richtige Oberflächenerscheinungen, zu deren Erklärung es der Mitwirkung einer subterranen Erosion nicht bedarf, gleichwie dies bei den Karrenfeldern der Fall ist, die zu den Denudationserscheinungen gehören und überall dort auftreten, wo geneigte Schichtflächen zu Tage liegen. So großartig wie die Dolinen treten alle diese Erscheinungen nicht auf. Der sogenannte „Hexenkessel" bei Pörtschach hat nur eine Tiefe von 1·08 Meter.[2]) Er ist stets mit Wasser gefüllt, wie dies bei den unversehrten Riesentöpfen überhaupt der Fall ist, in denen das Regenwasser keinen Abfluß nach der Tiefe findet.

In den Dolinen und Karsttrichtern findet man nur selten stagnirendes Wasser, weil ihr Grund permeabel ist und nicht aus glattem Felsboden besteht, wie jener der Riesenkessel. Sammelt sich einmal Wasser in solchen Depressionen, so bleibt es nicht bis zur vollständigen Verdunstung stehen, sondern es versickert mehr oder minder langsam im durchlässigen Boden. Wohin sollte es aber versickern können, wenn keine Abzugshöhle in der Nähe wäre, welche es fortzuschaffen vermag? Will man aber etwa den Ausdruck „subaërische Entstehung" dahin deuten, daß die Trichterbildung durch Regenwasser und andere atmosphärische Einflüsse hervorgerufen wird, so käme man zwar der Wirklichkeit näher, allein so haben es jene Schriftsteller nicht gemeint, welche die Schlot- und Trichterbildungen als bloße Oberflächenerscheinungen ausgegeben haben. Die äußeren Einflüsse bewirken die Erweiterung, die Ursache der Bildung von Schlünden und Trichtern liegt jedoch ausschließlich in der Klüftigkeit des Gesteines und in der Möglichkeit, die Niederschläge mit Hilfe der Klüfte in tiefere Horizonte abzuführen.

Ueber die „puits naturels" sagen schon Brogniart und Cuvier (Essai sur la géographie mineralogique des environs de Paris): „Das sind Hohlräume von ziemlich cylindrischer Form, welche alle kalkigen Schichten durchbrechen und ganz von einem eisenschüssigen Thon mit abgerollten und zerbrochenen Feuersteinen angefüllt

[1]) Sand-pipes nach Leyell, sand-galls nach Trimmer, puits naturels nach Daubrée.

[2]) Professor Höfer: „Die Felsentöpfe (Riesenkessel) bei Pörtschach", im „Jahrbuch für Mineralogie", Stuttgart 1878.

sind.“ Sie schreiben die Entstehung dieser röhrenförmigen Aushöhlungen durchfließendem Wasser zu. Auch Guillet Laumont (Observations sur l'origine des tuyeaux ou puits naturels, Journal des Mines, Paris, 1813, Nr. 20, S. 203) war schon der Ansicht, daß nur nach der Tiefe zu abfließendes Wasser diese, deutliche Erosionsspuren zeigenden Röhren ausgewaschen haben konnte. Diese alten und gut begründeten Theorien umstoßen zu wollen, bedeutet daher durchaus keinen Fortschritt.

Faßt man also die sämmtlichen sub 3 bis 5 angeführten reinen Erosionserscheinungen zusammen und will man versuchen sie durch eigene Bezeichnungen von den gleichgeformten Einsturzerscheinungen zu trennen, so bleibt bei den schachtförmigen nur der eine Ausweg übrig, sie — wenigstens in der wissenschaftlichen Literatur — durch besondere Benennungen zu unterscheiden. Wir hätten daher neben Einsturzerscheinungen:

1. Einsturzschlünden und
2. echten Dolinen (Einsturzdolinen):

die Erosionserscheinungen:

3. Erosionsschlünde (Naturschachte),
4. unechte Dolinen im anstehenden Gesteine (oder Karsttrichter) und
5. unechte Dolinen in lockerem Materiale (Seedolinen Sauglöcher oder Schwemmlandtrichter).

Diese Unterscheidungen dürften den vielfachen Mißverständnissen ein Ende machen. Nach deren allgemeiner Einführung kann es nicht mehr passiren, daß sich ein Forscher dagegen wehrt, daß der andere eine gewisse Art von trichterförmigen Vertiefungen, die er Dolinen nennt, als Einsturzerscheinungen erklärt, während er selbst eine andere Art von Depressionen unter diesem Namen versteht.[1]) Mojsisovics nennt die erodirten Karsttrichter: Dolinen, Čvijić versteht darunter auch enge Naturschachte, Tietze dagegen nur die Einsturzdolinen. Daß alle möglichen Formen entweder nur durch Einsturz oder nur durch Erosion entstehen müssen, dürfte kein Karstforscher ernstlich behaupten können[2]); nur die schwankende Nomenclatur ist die Ursache des fortwährenden Streites, und diesem kann durch Annahme einer definitiven Nomenclatur leicht ein Ende gemacht werden.

Die vorstehende Eintheilung ist auf Grund von technischen Arbeiten aufgestellt, welche die Natur und die Menge des Auffüllungsmateriales festgestellt haben und deren Resultate wohl nicht anfechtbar sein dürften. Leider ist dieses Beweismaterial nicht allgemein zugänglich.

Mit Vorstehendem sind aber noch lange nicht alle höchst variablen Formen und Phasen der Erosionserscheinungen erschöpft, welche das Relief der Plateaugebirge fortwährend ändern, bis es zur regelrechten Thalbildung kommt. Je nach den ursprünglichen oder den geänderten Gefällsverhältnissen erzeugen sich stets neue Formen, worunter auch jene unfertigen

6. Thalrinnen gehören, die gewöhnlich mit einer Steilwand abschließen, die auch häufig durch meteorologische Einflüsse zum Gehänge abgeböscht worden ist. Im ersten Falle gähnt am Fuße der Steilwand gewöhnlich eine Höhle, in letzterem Falle ist sie aber zumeist verlegt, und die durch die Thalrinne zufließenden Meteorwässer

---

[1]) Vielleicht beschäftigt sich einmal die internationale Commission für geologische Nomenclatur mit der Feststellung von allgemein giltigen Benennungen für die verschiedenen Karsterscheinungen.

[2]) Es ist leider aber doch geschehen.

müssen sich zur Abflußhöhle einen Weg durch das Trümmerwerk bahnen. Ursprünglich bestand hier eine schräge Höhle oder ein Erosions- oder ein Einsturzschlund, durch welchen die Niederschläge abflossen. War der Zufluß in Folge der Reliefform der Umgebung ein einseitiger, so mußte sich eine förmliche Thalrinne austiefen, welche an dem Schlunde endete. Ein schönes Beispiel dieser Art ist die Thalrinne westlich von den Rekahöhlen bei St. Canzian am Karste, welche allgemein für eine langgestreckte Doline gehalten worden war, bis man in Folge ihrer von der Regel sehr abweichenden Form sie als blinde Thalrinne erkannte.[1])

Außer diesen gibt es aber noch weit längere Depressionen, welche, von der Ferne gesehen, alten Flußrinnen von bedeutender Breite gleichen. Ihr Boden ist aber nicht eben, sondern voll von Gruben, niedrigen Hügeln und Felsgraten, die man erst in der Nähe unterscheiden kann, so daß an eine Fluß- oder Stromrinne nicht gedacht werden darf. Wodurch entstehen also diese unebenen, thalartigen Furchen am Plateaugebirge? Einfach durch das Zusammenwirken oberirdischer mit unterirdischer Erosion, wobei die Existenz von Drainagehöhlen eine Vorbedingung ist. Eine Depression von thalartigem Ansehen ist die große Furche, welche der Eisenbahnviaduct zwischen Nabresina und Duino übersetzt. Sie setzt sich weithin gegen Nordosten fort und unter ihr liegt jener Flußlauf, der als Timavo mündet, und vielleicht noch einige andere parallele Wasserläufe, die als submarine oder als Strandquellen sich in die Adria ergießen.[2]) Die Meteorwässer werden von den Millionen Klüften und Spalten des Kreidekalkes verschlungen, und es ist daher eine oberirdische Erosion nur in der Richtung zu diesen Klüften und Spalten möglich. Das Niederschlagsgebiet jeder Spalte ist ein minimales. Es dehnt sich annähernd kreisförmig aus und wird bald von jenem einer Nachbarkluft beschränkt, bald greift es in dasselbe über. Es ist bekannt, daß die Erosion auf den Erhebungen geringere Wirkung ausübt als in den tieferen Partien[3]), wo die örtlichen Niederschläge durch die von den Höhen abschießenden Zuflüsse vermehrt werden. Demzufolge vergrößern und vertiefen sich die Schlundtrichter zumeist in den tieferen Partien, wenn sie nicht verlegt sind und wenn daher eine Abfuhr der Schwemmproducte nach der Tiefe möglich ist. Ist dies nicht der Fall, so können im Anfange die zufließenden Meteorwässer nur durch einen langsamen Sickerproceß entfernt werden, die Schwemmproducte füllen den Grund der Schlundtrichter nach und nach auf und schließlich wird die Communication vollständig unterbrochen. Wo

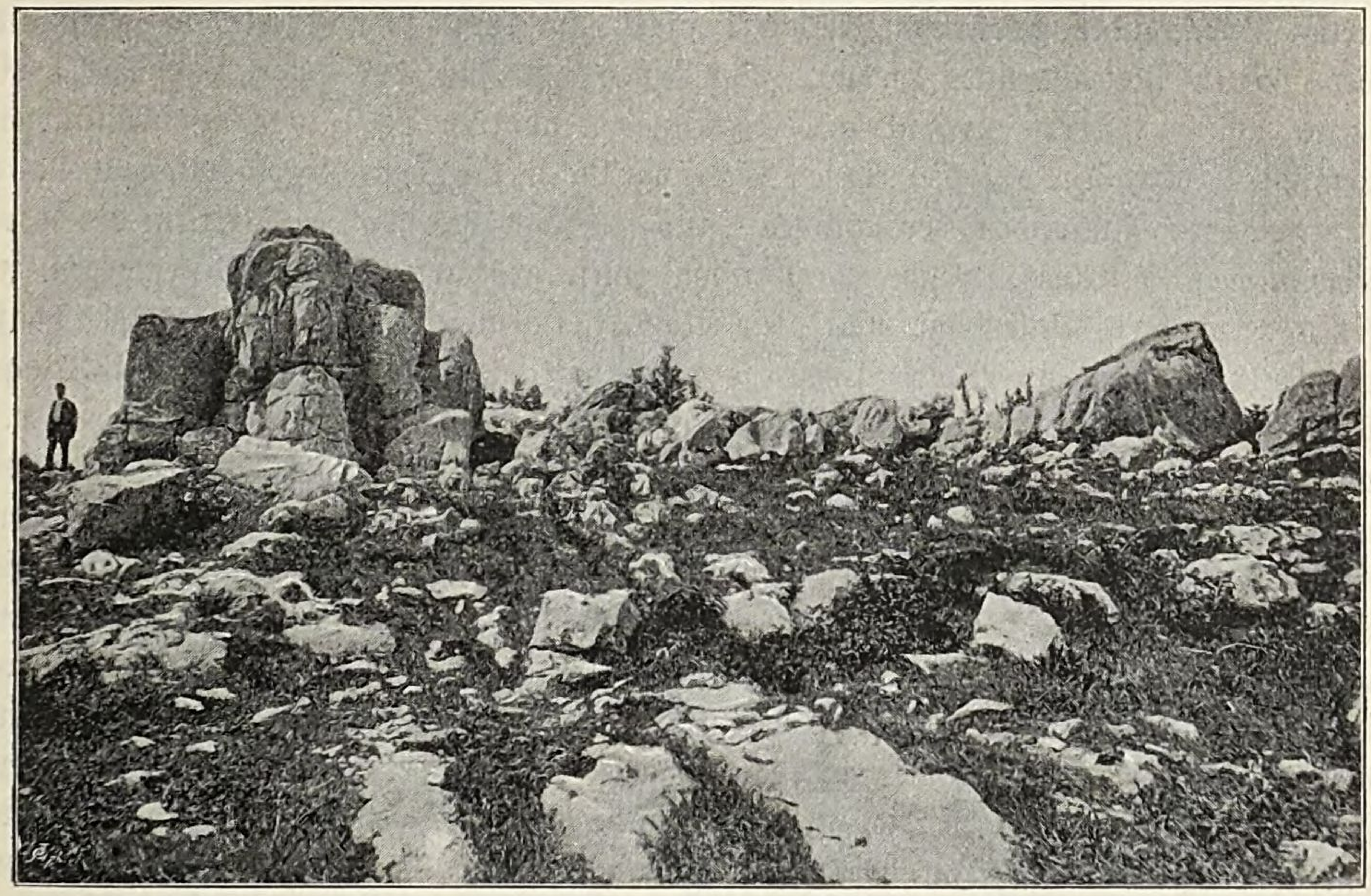
[1]) Martel beschreibt wiederholt solche Thalrinnen, in denen Bäche einer Steilwand zulaufen, in welcher sie verschwinden. Die Wasserschlinger in den Wänden sind in Frankreich selten auf weitere Strecken verfolgbar. Er führt an: Gouffre de Reveillon, in dem der kleine Bach von Salgues verschwindet; Gouffre de Roque de Corn, in den der Bach von Cazelle stürzt; Gouffre du Saut de la Pucelle, mit dem Bache von Rignac; Schwinde der Themines; Schwinde der Theminettes und noch mehrere andere in den Causses von Gramat (Cevennen). Nur die Höhle am Grunde des Abgrundes von Reveillon konnte auf 400 Meter weit verfolgt werden, alle übrigen Fluß- und Bachschwinden erwiesen sich schon weit früher als unzugänglich. Martel nimmt daher an, daß die Verbindung mit den Drainagehöhlen der Gegend nur in engen Spalten bestehe, die in keinem Verhältnisse zu den Dimensionen der vorderen Höhlenräume stehe. Die Erosionsrinne des kleinen Salguesbaches ist ein gutes Beispiel für die mit einer Steilwand abschließenden unfertigen Thalrinnen, in denen die Mündung der Abzugshöhle noch sichtbar ist. Auch anderwärts gibt es viele derartige unfertige Thalrinnen.

[2]) Eine Gesellschaft von Studenten in Triest, welche sich „Hades“ nennt und eifrig in den Höhlen in der Umgebung von Triest Nachforschungen betreibt, hat im Frühling 1894 einen neuen unterirdischen Wasserlauf entdeckt.

[3]) Diese Erscheinung ist jedem Dachdecker bekannt.

keine Drainagehöhlen existiren, kann sich eine solche thalfurchenartige Bildung mit unebenem Boden nicht erzeugen. Die Gewässer müssen von den Gehängen abschießen und so lange, regelrechte Thalfurchen bilden, bis sie (im Karstterrain) von irgend einem Schlunde aufgenommen werden, der entweder in senkrechtem oder in schrägem Abfalle die Zuflüsse der tieferliegenden Drainagehöhle zuführt.

Die Vertheilung der Klüfte und Schlünde oberhalb (senkrechte) und in der Nähe der Drainagehöhlen (schräge) ist eine höchst ungleiche und regellose. Deshalb sind die dazwischen übrig bleibenden Erhebungen und die rippenförmigen Trennungsgrate auch verschieden entwickelt. Auch sind nicht alle Verschwindungsstellen gleich alt. Einzelne davon verstopften sich, während andere sich neu öffneten. Darum sind die Schlundtrichter von so verschiedenen Dimensionen, von so verschiedener Form und von so verschiedener Tiefe. Dazu kommt noch, daß Einsturzschlünde mit Erosions-



Karstlandschaft bei Divacca nach einer Photographie von Sebastianutti & Benque.

schlünden häufig in einer Gruppe beisammen liegen und daß erstere durch ihr Bruchmaterial die Höhle verlegt haben, wodurch das Wasser gezwungen wurde, sich einen Parallelgang auszuwaschen, mit dem wieder neue Klüfte communiciren. Alle diese Fälle sind bei der Furche von Nabresina nachweisbar und daher mögen die scheinbar regellos angeordneten, zahllosen, dolinenförmigen Depressionen dieser Gegend herrühren, deren Existenz ohne der Annahme des Bestehens einer oder mehrerer großer Drainagehöhlen unerklärbar wäre. Zur Erklärung dieses Phänomens kann auch die Abbildung auf Seite 68 dienen, in welcher ein senkrechter Schlund ersichtlich ist, der auf 70 Meter offen ist, und zwei schräge Klüfte, die an den Seiten in die Becskala-Höhle münden. Die trichterförmigen Mündungen der letzteren müssen am Tage weitab vom Höhlenzuge liegen, während der Trichter des senkrechten Schlundes genau über der Höhle selbst zu liegen kommen müßte, wenn der Schlund am Tage offen wäre. Je dichter die zu Schlünden erweiterten Spalten aneinander liegen,

desto mehr müssen die dazwischen liegenden Grate angegriffen werden und verschwinden. Das Terrain oberhalb und in der Nähe der Drainagehöhle wird daher oberirdisch so weit abgetragen, als der Bezirk der mit ihr communicirenden Klüfte gerade reicht. Denkt man sich diese Durchlässigkeit längs des ganzen Verlaufes einer Drainagehöhle fortgesetzt, so kann man sich die merkwürdige Erscheinung dieser abnormen Thalfurchen ohne Zuhilfenahme von kühnen Hypothesen und erkünstelten Theorien auf eine höchst einfache Weise erklären. Es läßt sich ja auf alle Karsterscheinungen die kurze Definition anwenden[1]): sie sind die Folge der Plateauform des Gebirges, an dessen langsamer Zerstörung nicht nur eine oberirdische, sondern auch eine unterirdische Erosion kräftig wirkte.

Die Steinwüsten, welche man in den Karstländern so häufig antrifft, sind ausschließlich auf oberirdische meteorologische Einflüsse zurückzuführen. Moränenartig übereinander gethürmte Felsblöcke ragen am Fuße von Hügeln, ja selbst aus dem ebenen Plateaugrunde hervor. Von jenen am Fuße der Hügel mag ein Theil durch Absturz hieher gebracht worden sein, ein anderer Theil mag von Einstürzen herrühren, aber jene auf den ebenen Plateaugründen, die gleich Grabmonumenten aus den mageren Hutweiden herausragen, sind ausschließlich härtere Partien des verschwundenen Gesteines, welche der Erosion einen größeren Widerstand entgegen zu setzen vermochten. Untersucht man diese Monolithe genauer, so wird man finden, daß es keine verstreuten Blöcke sind, sondern daß sie noch mit ihrer Unterlage fest verwachsen sind. Allein die meteorologischen Einflüsse (Regen, Frost, Sturm &c.) nagen fortwährend an ihnen, und Stück um Stück bricht ab, weshalb man mitunter auch lose Trümmer findet, welche von den stehen gebliebenen Felsen abgebrochen sind. Das Abrutschen von Verwitterungsstücken ist am Istrianer Karste durch die Lagerungsverhältnisse der Kalkbänke sehr begünstigt, welche an einzelnen Stellen ziemlich steil einfallen. Horizontale Schichtung, welche die Abschwemmung der oberirdischen Erosionsproducte erschweren würde, kommt dort gar nicht vor. Das Liegenbleiben dieser Abschwemmungsproducte würde übrigens nur an der Basis der freiliegenden Felsen einen Schutz gegen die meteorologischen Extreme bieten, die in den Karstdistricten vorkommen. Im waldlosen Istrianer Karste, wo die Steinwüsten sehr häufig sind, wirken nicht nur Frost, Sturm und Regen, sondern auch der Sonnenbrand[2]), welcher die Oberfläche an der der Sonne ausgesetzten Seite ausdehnt, und der daher nicht wenig zur Lockerung des Gefüges beiträgt. Im bewaldeten nördlichen Karste kommen die Steinwüsten seltener vor, was davon herrühren mag, daß sie entweder im Walde verborgen und daher nicht so augenfällig sind, oder daß sie durch die reichere Humusdecke überlagert sind. Uebrigens kann man annehmen, daß, je unebener die ehemaligen Plateaugründe geworden sind, diese Erscheinung desto mehr zurücktritt, weil dann andere Reliefformen an ihre Stelle treten müssen, sobald ein

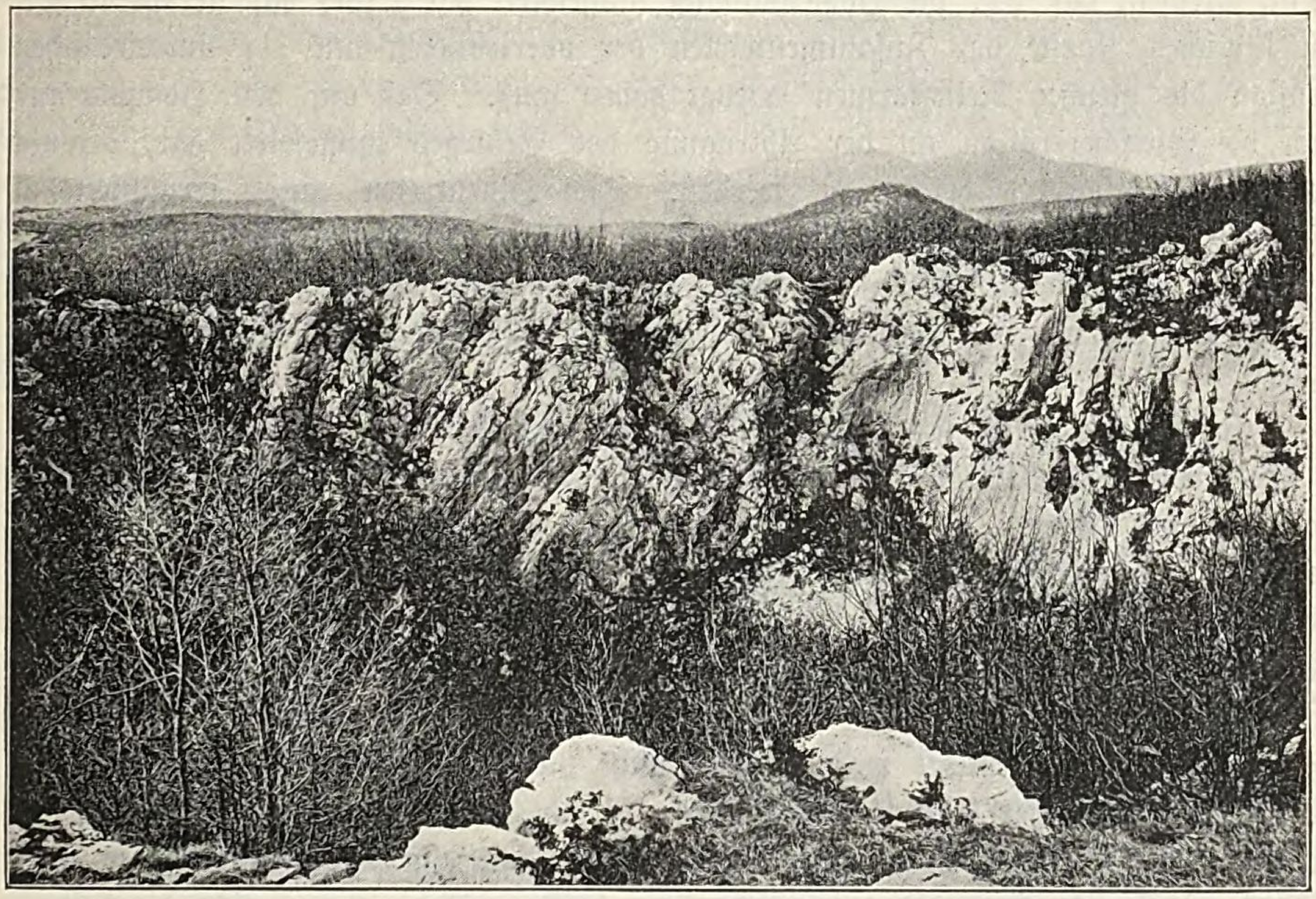
---

[1]) „Oesterreich-Ungarn in Wort und Bild", Band Kärnten und Krain, Wien 1891, S. 303 Karsterscheinungen).

[2]) Vogt hat in seinem „Lehrbuch der Geologie und Petrefactenkunde", Braunschweig 1846, im Capitel: „Degradation der Erdoberfläche" bereits andeutungsweise auf diesen Einfluß hingewiesen. In ausführlicherer Weise behandelt dies Thema Professor Dr. Sigmund Günther in seinem „Lehrbuche der physikalischen Geographie", Stuttgart 1891, im XVI. Capitel: „Die zerstörenden Kräfte an der Erdoberfläche" (S. 401), woselbst man zugleich auch reiche Hinweise auf die ältere, sowie auf die moderne Literatur finden kann.

genügendes Gefälle vorhanden ist. Die äußeren Einflüsse behalten darum noch immer ihre Wirksamkeit, aber die erzeugten Reliefformen ändern ihre Gestalt, und anstatt der isolirten Felsblöcke oder Nadeln erscheinen glatter gefegte Stellen an den Gehängen, oder Karrenfelder, wenn die Schichtenstellung letztere begünstigt. Diesbezüglich sagt Professor Günther ganz treffend (S. 405): „Da, wo es an Agentien zur raschen Weiterführung des Verwitterungsschuttes fehlt, wird dieser stets noch weiter mechanisch verkleinert und chemisch zersetzt, und geht in jenen erdigen Ueberzug der Oberfläche über, den man in der Agriculturphysik kurzweg als „Boden" bezeichnet".

Ausführlich behandelt auch den Einfluß der Temperatur auf die Zerstörung der Gesteine das Werk von Dr. Ferdinand Senft: „Der Steinschutt und Erdboden" (Berlin 1867), in welchem insbesondere dem raschen Wechsel von hohen und niederen Temperaturen ein großer Antheil an der Umwandlung der festen Gesteine in lockerem



West- und Nordwände der Doline „Stara apnenca" mit Karrenfeldern auf der Nordseite, nach einer Photographie von Schäber.

Schutt zugeschrieben wird (S. 2—5). Der Einfluß der Wärme steigt (nach Senft) bei dunkleren Gesteinen und bei solchen mit rauher Oberfläche. Besonders sind Gesteine, welche aus Gemengen von verschiedenen Mineralien bestehen, die in der Farbe wesentlich differiren, dem Einflusse der Temperatur mehr unterworfen als gleichgefärbte, weil sich die einzelnen Substanzen ungleich erwärmen.

Es dürfte hier am Platze sein, zu betonen, daß sich der Höhlenbildungsproceß durch Erosion (d. h. durch oberirdische und mit ihr zusammenwirkende, subterrane Erosion) nicht nur in den Karstgebieten, sondern auch auf allen Kalkplateaugebirgen in gleicher Weise vollzieht. Die Karrenfelder, welche nach der Ansicht von Mojsisovics eine Eigenthümlichkeit der Kalkalpen sind (s. S. 26), fehlen durchaus nicht am Karste. Sie sind reine oberirdische Erosionserscheinungen, welche auf geneigten Schichtflächen durch das abschießende Regenwasser erzeugt werden, und haben mit der Höhlenbildung nichts zu thun. Auf bloßliegenden Schichtenköpfen fehlen sie, nicht nur am Karste, sondern auch in den Alpen.

Dagegen stehen die Einsturzthäler im Franken-Jura und in der schwäbischen Alb, sowie die Einsturzschluchten der Cevennen in einem untrennbaren Zusammenhange mit den Höhlen, weil man stets den alten Höhlenzug noch nachzuweisen vermag, welcher den ehemaligen Hauptast bildete, und in den die Seitenäste mündeten, welche heute noch zu beiden Seiten als noch intacte Höhlen in das Thal münden, welches durch den Einbruch der Haupthöhle entstanden ist. In der Tarnschlucht waren die von Martel als Drainagehöhlen bezeichneten Wasserhöhlen einst Seitenäste der Haupthöhle. Durch den Einbruch der letzteren sind aber nun sie zu Haupthöhlen geworden, die in ein offenes Thal münden.

Die sonst unerklärbaren, flach ausgebreiteten Trümmerfelder auf manchen Kalkplateaugebirgen (wie am Dachsteingebirge ꝛc.) können daher ganz gut als Reste geborstener Höhlendecken betrachtet werden, nachdem die sie begleitenden Erscheinungen dafür sprechen, daß hier die Höhlenbildung mitgewirkt hat[1]) und daß gerade so wie am südlichen Karste das Zusammenwirken der oberirdischen mit der unterirdischen Erosion die gleichen Reliefformen erzeugt haben muß. Daß auf den Hochplateaux auch die Gletschererosion an der Abtragung des Gebirges mitgewirkt hat, braucht wohl nicht besonders betont zu werden. Das Hinzutreten dieser Erosionsform erschwert aber unleugbar das Erkennen der Ursache einzelner Erscheinungen, und darum ist Vorsicht hier fast noch mehr geboten als am südlichen Karste, wo man bisher keine Spuren von erratischen Erscheinungen mit einiger Sicherheit constatiren konnte.

Einsturzthäler sind in typischem Höhlenterrain (wie im Franken-Jura und in der schwäbischen Alb) nur dann leicht zu erkennen, wenn sie ihre Steilwände noch nicht verloren haben, in denen die Mündungen der Seitenhöhlen liegen, oder in denen in Thorbogen- oder in Nischenformen noch Reste der ehemaligen (nun eingebrochenen) Höhle nachweisbar sind.[2]) Haben derartige Thäler aber bereits ihre Steilwände beiderseits verloren, welche einst die Widerlager der Höhlendecke bildeten, so ist ein Unterschied zwischen dieser Art von Thälern und solchen, die nur durch oberirdische Erosion gebildet worden sind, nicht mehr zu bemerken. Selbst in dem für das Studium der Einsturzerscheinungen so überaus lehrreichen Rakbachthale in Krain ist die Entstehungsweise im mittleren Theile schon so sehr verwischt, daß man diese kurze Strecke kaum für einen Einsturz halten würde, wenn nicht die beiderseitige Fortsetzung, die unzweifelhaft jüngeren Datums ist, den Schluß gestatten würde, daß das ganze Thal nur durch in länger auseinander liegenden Zeitabschnitten folgende Einstürze der Rakbachhöhle entstanden sein kann.

Nicht nur in Schachthöhlen, sondern auch in horizontalen, vom Wasser längst verlassenen, trockenen Grotten kann man Erosionsspuren finden, welche die Richtung andeuten die einst das Wasser genommen hat. Wo der Höhlenbildungsproceß ohne Complicationen verlaufen ist, bieten diese Spuren ganz sichere Anhaltspunkte. Es muß jedoch darauf aufmerksam gemacht werden, daß die Wassercirculation nicht stets gleichmäßig verlaufen muß, und daß durch Störungen dieselbe in eine ganz andere Richtung gedrängt werden kann. Einige Beispiele wurden bereits in den vorigen Capiteln angeführt, ein besonderer Fall wurde jedoch noch nicht besprochen, und dieser betrifft jene Hohlräume, welche durch Steigquellen erodirt worden

[1]) Karsterscheinungen am Dachsteinplateau. „Gea“ 1893, S. 325 ff.

[2]) Eine unbestreitbare Einsturzerscheinung kann man in der sogenannten Riesenburg im Franken-Jura beobachten.

sind. Durch die fortschreitende Eintiefung benachbarter Thäler können Steigquellen Ausbruchsstellen in tieferen Horizonten finden. Dadurch werden die oberen Theile der Räume trocken und die Communication mit der Quelle kann in denselben leicht durch Nachfall verlegt werden.

Während nun früher die Erosionsspuren in der Richtung der früheren Austrittsstelle halbrunde Nischen gebildet haben, die an der der Druckrichtung entgegenstehenden Seite eine bemerkbare Verflächung besitzen, so mußte diese Bildung nach dem Ausbleiben der Quelle aufhören. Dafür aber trat die Infiltration hinzu, welche in ganz verkehrter Richtung ihre Spuren dem Gesteine aufgeprägt hat, so daß man Spuren findet, welche nach entgegengesetzten Richtungen weisen. Mit einigem Scharfblicke wird man wohl die älteren von den neueren Spuren unterscheiden können; es bleibt dies aber immerhin eine schwierige Aufgabe. Derlei Verhältnisse können in der Krausgrotte sehr deutlich beobachtet werden. Ursprünglich war sie das Reservoir einer Steigquelle (nach Hauer[1]), später wurde ihre obere Mündung zum senkrechten Schlunde und gab ihre Function an einen schrägen Gang ab, der sich nach der Austiefung des Thales bilden konnte. Die nächste Mündung lag schon in mehr horizontaler Richtung, und die letzte, die noch im Inneren der Höhle constatirbar ist, fällt bereits ab. Derzeit bricht die Quelle ungefähr 100 Meter unter dem Niveau der „Haupthalle" der Grotte aus senkrecht aufgestellten Schichten hervor. Jede der am Tage mündenden oberen Oeffnungen, die einst Wasser spieen, führt heute der Grotte Wasser zu, welches bei stärkeren Niederschlägen, besonders beim sogenannten „alten Eingange", förmliche Traufen bildet. Auch durch engere Klüfte sickert stellenweise Wasser zu, so daß heute die Richtung der Wassercirculation eine totale Umkehrung erfahren hat.

Die oberen Schlünde sind nicht zugänglich, aber der heutige Eingang zeigt deutlich die Druckwirkung des aufsteigenden Wassers auf die aus Hierlatzkalk bestehenden Höhlenwände. Die oberen Partien der Krausgrotte können daher mit Recht als Beispiele für die Möglichkeit der Bildung von Erosionsschlünden durch Steigquellen (die ja nicht immer Thermen zu sein brauchen) betrachtet werden.

Auch eine andere Erscheinung muß hier noch erwähnt werden, die zu mancherlei Controversen schon Anlaß gegeben hat. Es sind dies jene Schlünde, die man zumeist als „bouteillenförmige" bezeichnet hat, was auch ganz zutreffend ist. Ein solcher Schlund ist die 75 Meter tiefe, von Putick vermessene Kališnica. Auch Martel beschreibt mehrere ähnliche, bouteillenförmige Schlünde in Frankreich. Die auffallende Form derselben rührt vom Zusammenwirken verschiedener Factoren her. Ob der Schlund ursprünglich durch Einsturz oder durch Erosion entstanden ist, das ist vollkommen nebensächlich. Die Hauptsache ist jedoch, daß die Communication mit der Drainagehöhle, welche die einfließenden Tagwässer abführen soll, durch Aufschüttung von Blockmaterial und darüber gelagerten Schwemmproducten so wesentlich unterbrochen ist, daß die Tagwässer nicht anders als durch einen langsamen Sickerproceß in die Drainagehöhle gelangen können. In Folge dessen tritt eine Aufstauung der zufließenden Wässer ein, die bis zum Niveau des höchsten Wasserstandes corrodirend auf die Wände wirken. Der Schuttkegel in der Mitte entsteht vom natürlichen Nachfall, und von den Steinen, welche Vorübergehende in derlei Schlünde mit Vorliebe zu werfen pflegen. Rings um den Schuttkegel findet man Lehmansammlungen,

---

[1]) Siehe das Capitel Corrosionshöhlen.

die vom Niederschlage des Stauwassers herrühren. Je mächtiger diese Lehmansammlungen werden, desto langsamer wird der Sickerproceß, und desto höher steigt das Niveau der Stauwässer.

Man darf aber durchaus nicht glauben, daß nur auf diese Art Stauwässer in den Schlünden sich sammeln. Es gibt noch andere Arten, die in der Natur sogar weit häufiger vorkommen als die vorstehende. Jeder Schlund oder jede Doline, die mit einer Drainagehöhle soweit noch in Verbindung steht, daß die Höhlenwässer in den Schlund (oder in die Doline) mit Hilfe durchlässiger Stellen gelangen können, kann Stauwässer aus der Höhle erhalten, die dann nicht von oben her in den Schlund (oder in die Doline) gelangen, sondern von unten aufsteigen. Wo Querschnitts-Verengungen in Wasserhöhlen bestehen, welche so bedeutend sind, daß sie Hochwässern keinen Durchgang gestatten, müssen in der Höhle Stauungen eintreten, und diese wirken auf alle im gleichen Niveau liegenden Räume, über welche sich das Stauwasser vertheilt, gleichviel, ob es geschlossene (Höhlen) oder offene Räume (Schlünde, Dolinen ꝛc.) sind. Läßt der Wasserdruck nach, so verschwindet das Wasser in den Dolinen wieder, und zwar durch dieselben Zwischenräume, durch welche es gekommen ist.

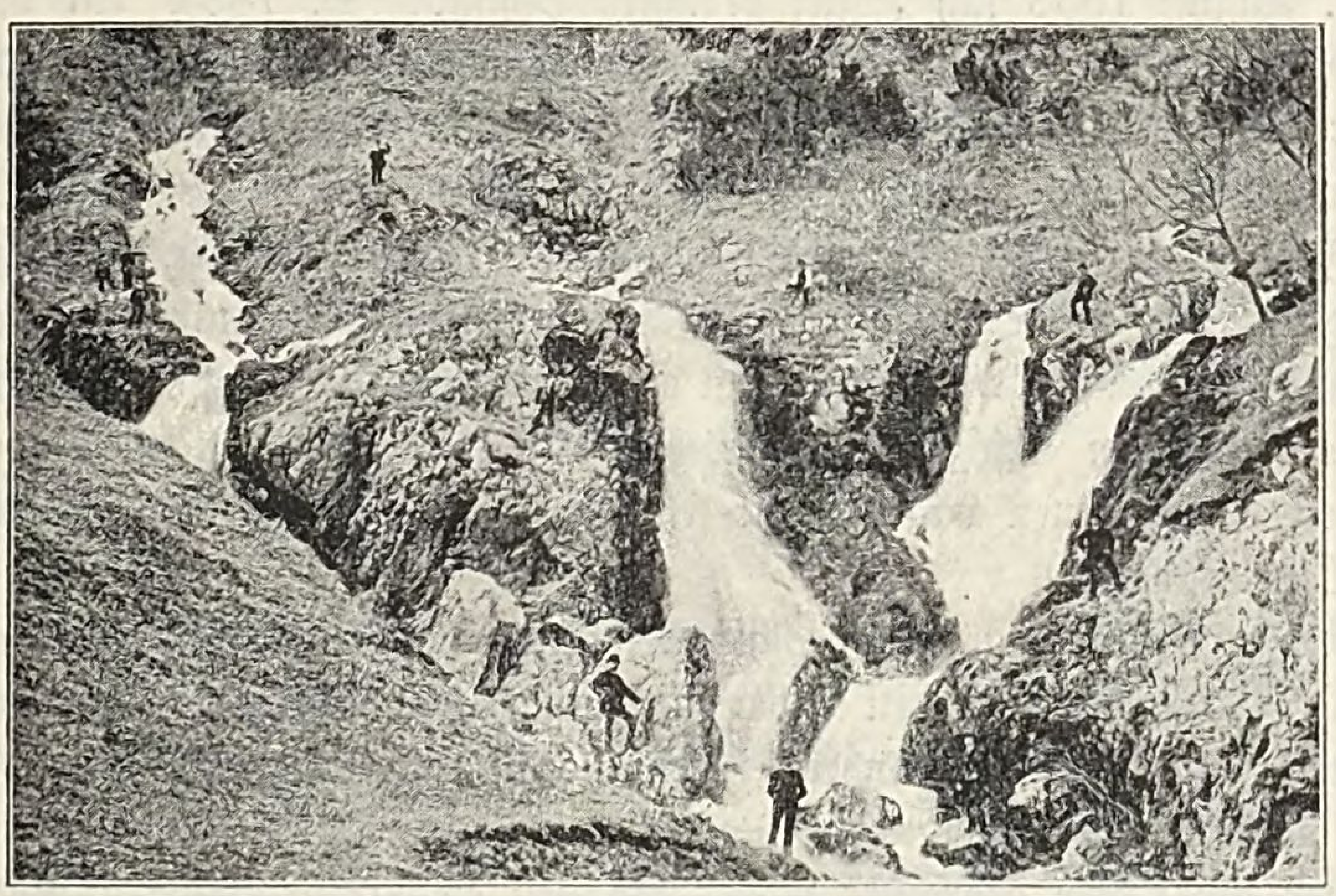


Kovačnica-Fälle bei Illirisch-Feistritz, nach einer Photographie von Schäber.

Čoijić betrachtet dieses Wasser als Grundwasser, was aber nicht der Fall ist, wo es sich um Stauwasser benachbarter unterirdischer Flußläufe handelt. Von derartigen Flußläufen können zwei in verschiedenem Niveau nahe aneinander fließen, und durch ihr Steigen Dolinen, mit denen sie in Verbindung stehen, mit Wasser füllen, dessen Niveau von den Abflußverhältnissen der Höhle bestimmt wird, aus welcher das Stauwasser stammt. Daubrée führt zwei Flußläufe an, die sich in verschiedenem Niveau kreuzen, ohne miteinander in Verbindung zu treten. Einer davon ist oberirdisch und der andere unterirdisch. Ihre Schwankungen haben mit jenen des Grundwassers nichts zu thun, dessen Niveau im Felsterrain übrigens kaum zu ermitteln ist, wo es keine muldenförmige Lagerung gibt. Was man allenfalls als Grundwasser am Karste betrachten könnte, ist das zwischen den Trennungsflächen der geneigten Schichten circulirende Wasser, welches auch an mehreren Orten angefahren worden ist. Eigentliches Grundwasser wird man am Karste vergeblich suchen, weil es keine durchtränkbaren Schichten gibt, in denen es sich ansammeln könnte, sondern nur Wasseradern und Höhlenflüsse und daneben bis in große Tiefen wasserleere Schichten. Nur in den Kesselthälern gibt es wirkliches Grundwasser, und auch da nur in jenen Thälern, die durch Einsturz gebildet worden sind. In jenen Kesselthälern, die durch Erosion entstanden sind, wird man vergeblich Brunnen abzuteufen versuchen, denn

dort circulirt das Wasser zumeist in größeren Tiefen im Felsgrunde, und in einem Gerinne, dessen unmittelbarste Nachbarschaft schon keinen Tropfen Wasser mehr liefert.

Diesbezüglich sagt Pilar in seiner Abhandlung: „Beiträge zur Lösung der Wassernoth-Frage im croatischen Karst" (publiciert in dem Werke: „Die Wassernoth im Karste der croatischen Militärgrenze", Agram 1874), S. 157: „Es wäre jedoch ein gänzliches Verkennen der Bodenverhältnisse des Karstlandes, eine Brunnenbohrung an der tiefsten Stelle anzurathen. Denn wer steht gut dafür, daß man gerade eine unterirdische Wasserader trifft. Man kann 10 Klafter von einer solchen, 100 Klafter tief niederfahren, ohne Wasser zu bekommen, während es doch so nahe und vielleicht blos 10—20 Klafter tief zu finden wäre. So hat beispielsweise die Eisenbahnbau-Gesellschaft der Karlstadt-Fiumaner Bahn zwei Bohrungen vornehmen lassen, um die Stationen leichter mit Wasser zu versorgen. Mehr als 30.000 fl. kostete das Unternehmen, und kein Wasser wurde erreicht. Der Ausspruch eines sonst tüchtigen Geologen, daß sich an jenen Orten das Wasser nicht tiefer, als die nahen Flußrinnen befinden könne, daß überhaupt ein allgemeines Sättigungsniveau im Karste vorhanden sei, verleitete



Suška reber-Wasserfälle bei Illirisch-Feistritz, nach einer Photographie von Schäber.

die Gesellschaft zu diesem Unternehmen. Dieser für geologische (aber nicht für oroplastische) Becken, und wasserdichte, tertiäre Schichten wichtige Satz ist in den Karstländern null und nichtig". Das in den Dolinen austretende Wasser der Höhlenflüsse darf daher ebensowenig mit dem eigentlichen Grundwasser identificirt werden, als das wirkliche Grundwasser mit jenem, welches bei Hochwässern sich aus oberirdischen Flüssen über die benachbarten Ebenen ergießt. Besonders im Karstterrain muß man mit derlei Bezeichnungen sehr vorsichtig umgehen.

Es sind auch einzelne Fälle bekannt, daß die Stauwässer eine solche Höhe erreichen, daß der Rand einer Doline oder eines Schlundes überschritten wird, und daß sich ein Wasserstrom daraus ergießt, wie dies bei der Grotte de la Vierge (in Frankreich) der Fall war. Seit 50 Jahren hat sich dieses Ereigniß nicht wiederholt. Es scheinen sich daher im Inneren Veränderungen vollzogen zu haben, welche einen genügenden unterirdischen Abfluß geschaffen haben, wodurch die Ueberfallmündung unwirksam gemacht wurde. Die Straßenbrücke nächst der Höhlenmündung zeigt aber noch heute, daß man es nicht mit einer Sage zu thun hat. Ueberfallmündungen

kommen bei Quellen sehr häufig vor. Bei vermehrtem Wasserandrange treten nach und nach die höher gelegenen Mündungen in Action, wie z. B. beim Partnach-Ursprunge (in Bayern) und bei zahlreichen anderen Quellen. Bei vermindertem Drucke bleiben die oberen Ausflüsse aus. Die Mündungen der Quellen von Salles la Source liegen (nach Martel) über einen Kilometer weit auseinander in verschiedenem Niveau. Nur die tiefste führt permanent Wasser, die höher gelegenen speien nur nach stärkeren Niederschlägen Wasser und treten je nach ihrer Höhenlage successive in Action. Ein solcher Fall aber, wie bei der Grotte de la Vierge, dürfte ziemlich selten sein, verdient aber gerade darum das größte Interesse. Die Grotte de la Vierge ist noch nicht vollständig untersucht, es ist aber unzweifelhaft, daß sie eine Verbindung mit einem höher gelegenen Niederschlagsgebiete besitzen muß, was die einstigen Wasseraustritte beweisen.

Ueber die Natur jener Störungen und Veränderungen, die sich in den unzugänglichen Räumen der Wasserhöhlen vollziehen, kann man selbstverständlich nur aus den sie begleitenden Erscheinungen Schlüsse ziehen. Ueber eine merkwürdige Erscheinung, die am 31. August 1838 sich zeigte, berichtet Schmidl (S. 188). An diesem Tage blieb der Wippachfluß, der aus mehreren Riesenquellen entspringt, plötzlich aus und das Wasser des mit schwachem Gefälle fließenden Flusses kehrte zu den Quellen zurück. Das Bett blieb durch eine Stunde trocken. Nach zweieinhalb Stunden hatte der Fluß aber seinen früheren Standpunkt wieder erreicht. Seither hat sich dieses Ereigniß nicht wiederholt. Die Ursache desselben kann nur in einem Deckenbruche bestanden haben, der für kurze Zeit eine Verlegung der Wasserhöhle bewirkt hat.

Die oberirdischen Erscheinungen, welche mit den Höhlen in Verbindung stehen, haben in den verschiedenen Ländern, ja selbst nur in den einzelnen Bezirken, eigenthümliche Benennungen.

Senkrechte Schlünde heißen: Schlünde, Naturschachte, Erdpfeifen, Aerde pipes (in Belgien), Wetterlöcher in den Alpen und auch in Franken, woselbst man sie auch Rieseln nennt, ferner „Schauerlöcher" (ebenfalls in Franken), „Brežen" (in Krain), „Besdno" oder „Stromor" (in den südslavischen Ländern), „Jama" (in Krain), was auch mitunter für Höhle gebraucht wird. In den czechischen Bezirken Böhmens und Mährens kommen die Bezeichnungen „Propasť", „Propadání"[1]) und „Komín" vor. In Frankreich ist der allgemeine Name „abîme" (Abgrund). Daneben gibt es aber auch unzählige Localbenennungen, wie: im Departement Var „ragagées", „gouffres" und „crevasses". Im Aveyron: „tindouls" und „avens", was auch abenc oder avëns geschrieben wird (nach Daubrée). Im Departement de l'Hérault nennt man sie „évents" oder „boit tout", wenn sie als Katabothren functioniren. An anderen Orten kommen die Namen „Igue", „Eydre" (Périgord), „goules", „gouffres" und „puits naturels" vor.

Katabothren (Flußschwinden) heißen in Amerika „sinks", worunter auch Dolinen verstanden werden (Senkungsfelder, Erdfälle). In den südslavischen Ländern nennt man sie „Ponore". Im Departement Bouches du Rhone heißen sie „embucs", im Departement Isère „scialets". An anderen Orten kommt wieder der Name „fontis" vor. In den Pyrenäen heißt eine Flußschwinde „Clot d'Aiguallat".

Die zahlreichsten Benennungen haben die Dolinen, bei denen man keinen Unterschied zu machen pflegt, ob man es mit Einsturzdolinen, Karsttrichtern oder Schwemm-

---

[1]) „Propadání" heißt nach Professor Trampler „Einsturz", „propasť" schlechtweg „Abgrund".

landtrichtern zu thun hat. In Franken nennt man die Dolinen „Rieseln“ oder „Hühlen“, in der schwäbischen Alb versteht man hierunter aber mit Lehm ausgeschlagene, offene Cisternen.[1]) In Oesterreich gebraucht man die Namen: Doline (in Krain), Saugloch (Schwemmlandtrichter), Karsttrichter und Einsturztrichter (worunter Tietze die eigentlichen oder echten Dolinen versteht). Die Czechen heißen sie „závrtky“, die Serben „vrtača“, die Dalmatiner „vrtlina“, die Istrianer „dolac“, die Croaten „duliba“ (nach Čvijić), die Engländer „swallow-holes“, „sink-holes“ oder „cockpit“ (nach Čvijič). Die Italiener nennen sie gleich den Höhlen: „busi“ (Löcher). In Belgien heißen sie (nach Daubrée) „aiguigeois“ (worunter wohl Katabothren verstanden werden dürfen). Die meisten Namen haben sie wieder in Frankreich, wo die allgemeine Bezeichnung entonnoirs (Trichter) ist. Daneben nennt man die dolinenförmigen Depressionen aber in den verschiedenen Departements ganz anders, z. B. im Departement des Vosges (Vogesen) „marnes“ oder „mortes“, im Departement Aube „gouffres“ oder „fosses“, im Aveyron „bétoirs“, „embucs“. In Südfrankreich nennt man sie „cloups“ oder „anselmoirs“ (nach Daubrée).

Wollte man noch die Benennungen der oberirdischen Erscheinungen in den anderen Sprachen anführen, so könnte man leicht einige Druckbogen damit anfüllen. Diese kleine Lese genügt aber schon, um nachzuweisen, wie vielerlei Namen für eine und dieselbe Erscheinung bestehen, und um zur Vorsicht zu mahnen, daß man nicht Nachrichten Vertrauen schenken darf, ehe man weiß, welche Form unter einer minder bekannten Bezeichnung zu verstehen ist. Die Anwendung der Ausdrücke ist durchaus keine so feststehende, daß man nicht, wie es auch vielfach geschehen ist, Mißgriffe machen kann. Die internationale Commission zur Feststellung der geologischen Nomenclaturen hätte hier eine sehr dankbare Aufgabe.

Neben der Verwirrung in der Nomenclatur mag auch jene viel zu den Controversen beigetragen haben, die über die Auffassung besteht, was eigentlich unter oberirdischer und unter subterraner Erosion zu verstehen sei. Es gibt nämlich Autoren, die behaupten, daß jede Erosion als eine oberirdische zu bezeichnen sei, die vom Regenwasser herstammt, und von den übrigen Einflüssen, welche die Denudation hervorrufen. Nach dieser Auffassung würde es überhaupt keine subterrane Erosion geben, außer einer solchen, die durch Thermalwässer hervorgerufen wird, die ja aber ebenfalls durch Niederschläge alimentirt werden. Um daher dem Leser keinen Zweifel darüber zu lassen, welchen Unterschied wenigstens der Verfasser dieses Buches zwischen oberirdischer und subterraner Erosion macht, so seien in Kürze folgende Sätze angefügt:

Als oberirdische Erosion ist nur jene zu betrachten, bei welcher der Abtrag und die Abschwemmung ausschließlich der Oberfläche entlang erfolgt.

Sobald dies nicht mehr der Fall ist und sich die Tagwässer unter die Erde verlieren (gleichviel, ob in weite Höhlen oder in schmale Klüfte), um dort ihre erodirende Thätigkeit fortzusetzen, wird die Erosion zur subterranen.

In diesem Sinne sind die vorstehenden und alle weiteren Ausführungen aufzufassen.

[1]) Siehe Oberbaurath Dr. von Ehmann: „Die Wasserversorgung der schwäbischen Alb“, Stuttgart 1881, S. 3, wo der Name „Hühle“ oder „Hülbe“ für die offenen Regenwassertränken erwähnt wird.

VII. Capitel.

Die Kesselthäler.

In den früheren Capiteln wurden bereits zweierlei Entstehungsarten der Kesselthäler (Poljen, Wannen, vallées sans issue, blinde Thäler, Muldenthäler) erwähnt, u. zw. 1. durch directen Einsturz und 2. durch Erosion (Abtragung durch Spalten und Klüfte) in senkrechter anstatt in horizontaler Richtung. Sie stehen daher mit dem Höhlenbildungsprocesse in directem Zusammenhang bezüglich ihrer Entstehung, und auch bezüglich der Art und Weise, wie die Niederschläge aus den Kesselthälern abfließen, was durchwegs auf unterirdischem Wege geschieht. Die Kesselthäler gehören zu den Karsterscheinungen, und es ist nicht nöthig, eine andere Erklärungsart für ihre Bildung, als jene für die kleineren Karstdepressionen anzunehmen, wo die Schichten auf den beiderseitigen Thalgehängen gleichsinnig lagern. Wo eine Störung constatirt ist, wirkt allerdings noch ein weiteres Moment mit, um den Karstproceß hervorzurufen; der Abtrag geschieht aber stets mit Hilfe der Klüfte oder der Höhlen auf dem bereits angedeuteten Wege.

Die Bildung der Kesselthäler erfolgt nicht stets auf einfachem Wege. Schon die Entstehung der verhältnißmäßig weit kleineren Einsturzdolinen ist durch eine Folge von verschiedenen Erscheinungen bedingt, um wie viel mehr muß dies bei den Kesselthälern der Fall sein, die oft eine meilenlange Ausdehnung besitzen. Wo durch die Erweiterung von Klüften in einem Plateaugebirge die Niederschläge eine genügende Abfuhr in tiefere Horizonte finden, muß naturgemäß die Abfuhr der Gewässer und mit ihr jene der Sedimente in horizontaler Richtung aufhören. Verschlingen die Klüfte nicht genug, so erfolgt die Abfuhr sowohl in horizontaler, als auch in senkrechter Richtung. Hören die Klüfte zu functioniren auf, so tritt die oberirdische Wasserabfuhr wieder allein in ihre Rechte. Die früher geschaffene Mulde wird verschlämmt oder sonstwie successive ausgefüllt, wie dies auch bei Seebecken mit rein oberirdischem Zu- und Abflusse der Fall ist.

Der Proceß der Bildung eines Kesselthales beginnt daher stets mit einer Kluftbildung. Wo größere Längsspalten ein Plateaugebirge durchsetzen, können diese auch auf die Form des zukünftigen Thales dadurch von Einfluß werden, daß nur nach einer Richtung hin eine große Anzahl von Angriffspunkten für die Erosion und die Abschwemmung gegen die tiefsten Punkte gegeben ist. Es entsteht dadurch ein langgestrecktes Kesselthal, wofür die Poljen in dem dalmatinisch-bosnisch-herzegovinischen Gebiete als typische Beispiele betrachtet werden können. Sobald die Wasserabfuhr eines bestimmten Bezirkes ausschließlich auf unterirdischem Wege erfolgt, so bildet sich für denselben ein eigenes Niederschlagsgebiet, in dem die Abschwemmung gegen den tiefsten Punkt hin erfolgt, und dieser ist die jeweilige Thalsohle. Die in die Thalsohle hinabgeschlämmten Abschwemmungsproducte bleiben dort nicht ausschließlich liegen und werden zum Theile wieder durch die Abflußhöhlen weitergeführt, welche

Erweiterungen ursprünglich enger Spalten sind. Der Querschnitt dieser Höhlen ist fortwährenden Veränderungen unterworfen, und sie genügen einmal und genügen ein anderes Mal nicht für die Abfuhr der Niederschläge des Thalgebietes. Im ersteren Falle bleibt das Thal trocken, im letzteren wird es überfluthet. Je nach den Jahreszeiten und dem Charakter der Jahre wechselt auch die Menge der Niederschläge. Daher genügen oft die Katabothren (Wasserschlinger) in den Sommermonaten und in trockenen Jahren, während sie in den Frühjahrs-, den Herbstmonaten oder in nassen Jahren nicht genügen. Aus dieser Ursache entstehen die periodischen Seen der Karstländer, unter denen der Zirknitzer-See der bekannteste, aber nicht der einzige ist, denn in den meisten der zahlreichen Kesselthäler, von der Save an bis zu den Inseln von Griechenland hinab, gibt es periodische Ueberschwemmungen, wo nicht Abzugshöhlen zu Gebote stehen, deren Querschnitt bedeutend genug ist, um auch die bedeutendsten Niederschlagsmengen ebenso rasch abführen zu können, als sie zuströmen.

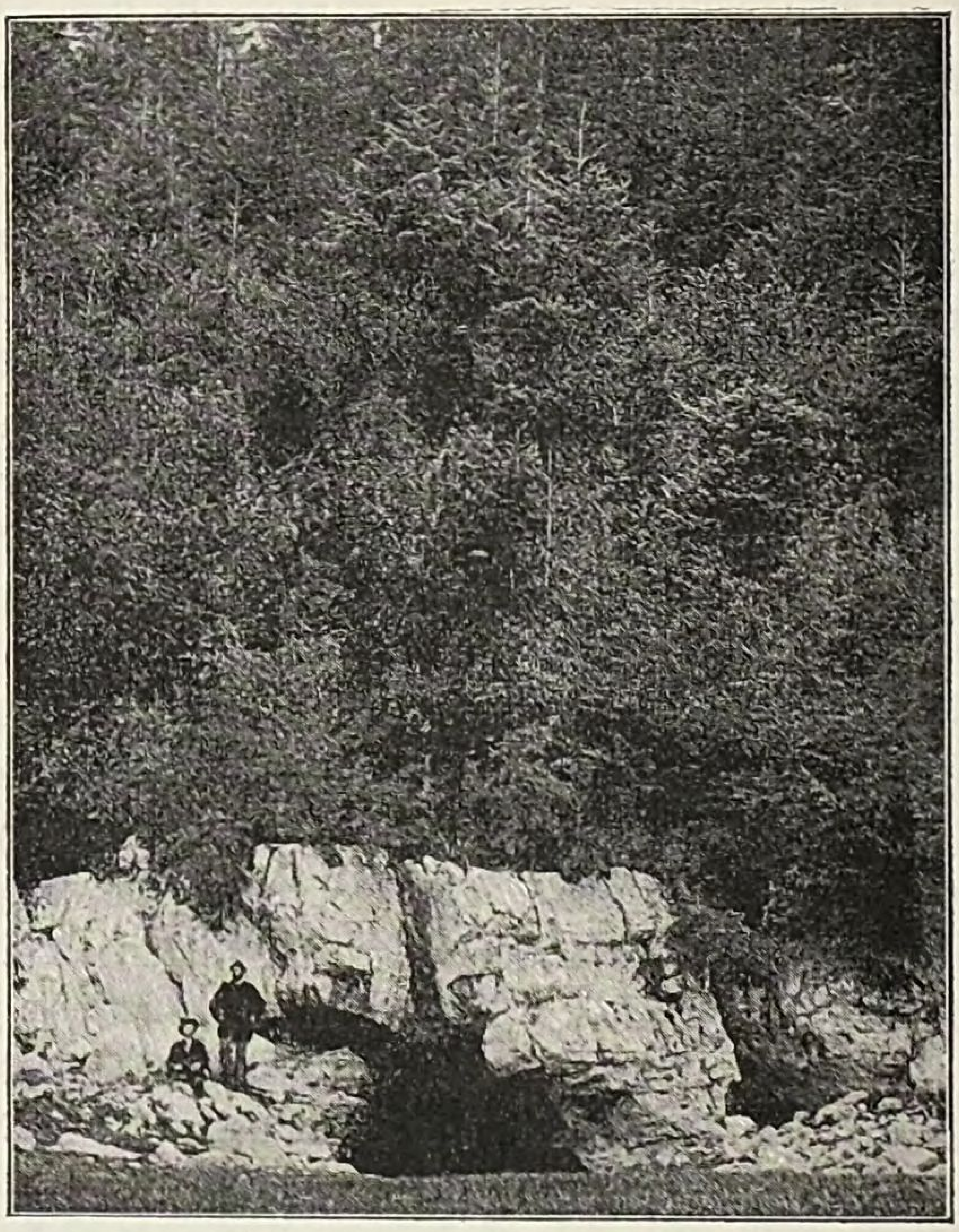
Diese Verhältnisse bleiben sich selbstverständlich gleich, unbeschadet der Entstehungsweise des Kesselthales. Es wurde im Capitel der Erosionserscheinungen bereits darauf hingewiesen, daß sich dolinenförmige Depressionen sowohl durch Einsturz als auch durch Erosion, letztere sogar wieder in zweierlei Formen in anstehendem Gesteine und in Schwemmland bilden können. Die Kesselthäler entstehen auf dieselbe Weise, wie die kleineren Depressionen, d. h. sowohl durch Einsturz als durch Erosion. Letztere Art dürfte in manchen Gegenden, wo große Längsbrüche existiren, häufiger vorkommen; die erstere dagegen in solchen Gegenden, wo weithin verfolgbare Brüche fehlen. Einzelne Kesselthäler sind sicher ursprünglich durch Einstürze entstanden, und sind durch spätere Nachbrüche, sowie durch atmosphärische Einflüsse erweitert worden. Wo eine blanke, felsige Sohle aus anstehendem Gesteine existirt, die nur von geringen Mengen von Sedimenten überdeckt ist, dort kann man die Thalbildung ruhig der Erosion zuschreiben; wo hingegen die Sohle hochauf mit Blockmaterial und darüber gebreiteten Sedimenten ausgefüllt erscheint, kann man mit ebensolcher Sicherheit dem Einbruche die Thalbildung zuschreiben. Im ersteren Falle pflegen die mit den Katabothren in Verbindung stehenden Abzugshöhlen im Niveau der Thalsohle oder auch in verschiedenem Niveau, u. zw. selbst weit höher als die Thalsohle zu liegen[1]), wo sie nicht in senkrechten Schlünden bestehen. Bei Einsturzthälern liegen sie weit tiefer, u. zw. um den Betrag der Mächtigkeit des Bruchmateriales und der nachträglich darüber gelagerten Schwemmproducte. Letzteres ist auch die Ursache, daß in vielen Kesselthälern die Mündungen der Katabothren tief vergraben liegen, und daß zur Wasserabfuhr nur die Zwischenräume genügen müssen, welche zwischen dem Blockmaterial übrig bleiben. Ueber den Mündungen dieser Zwischenräume werden die Sedimente fortwährend in die Tiefe geschwemmt, und es entstehen die dolinenförmigen Trichter, welche im vorigen Capitel als Schwemmlandtrichter bezeichnet wurden, um das Wort Doline zu umgehen, welches man nur für eine einzige Sorte (die Einsturzdolinen) anwenden sollte, weil dies bisher zu allerlei Mißverständnissen Anlaß gegeben hat.

Ob ein Kesselthal constante oder periodische Wasseransammlungen enthalte oder ob es trocken sei, hängt nur von dem Zustande der Abflußhöhlen ab. Nachdem dieser Zustand sich häufig verändert, so kann ein Thal durch geraume Zeit mit Wasser gefüllt sein, um später wieder dauernd trocken zu werden, und umgekehrt kann es

[1]) Das sind dann zumeist alte außer Function getretene Wasserhöhlen, oder solche die nur dann noch functioniren, wenn die tiefer liegenden für die Wasserabfuhr nicht mehr genügen.

durch Jahrhunderte trocken gewesen sein und sich in Folge von Verschlechterung der Abflußverhältnisse in ein Seebecken verwandeln.

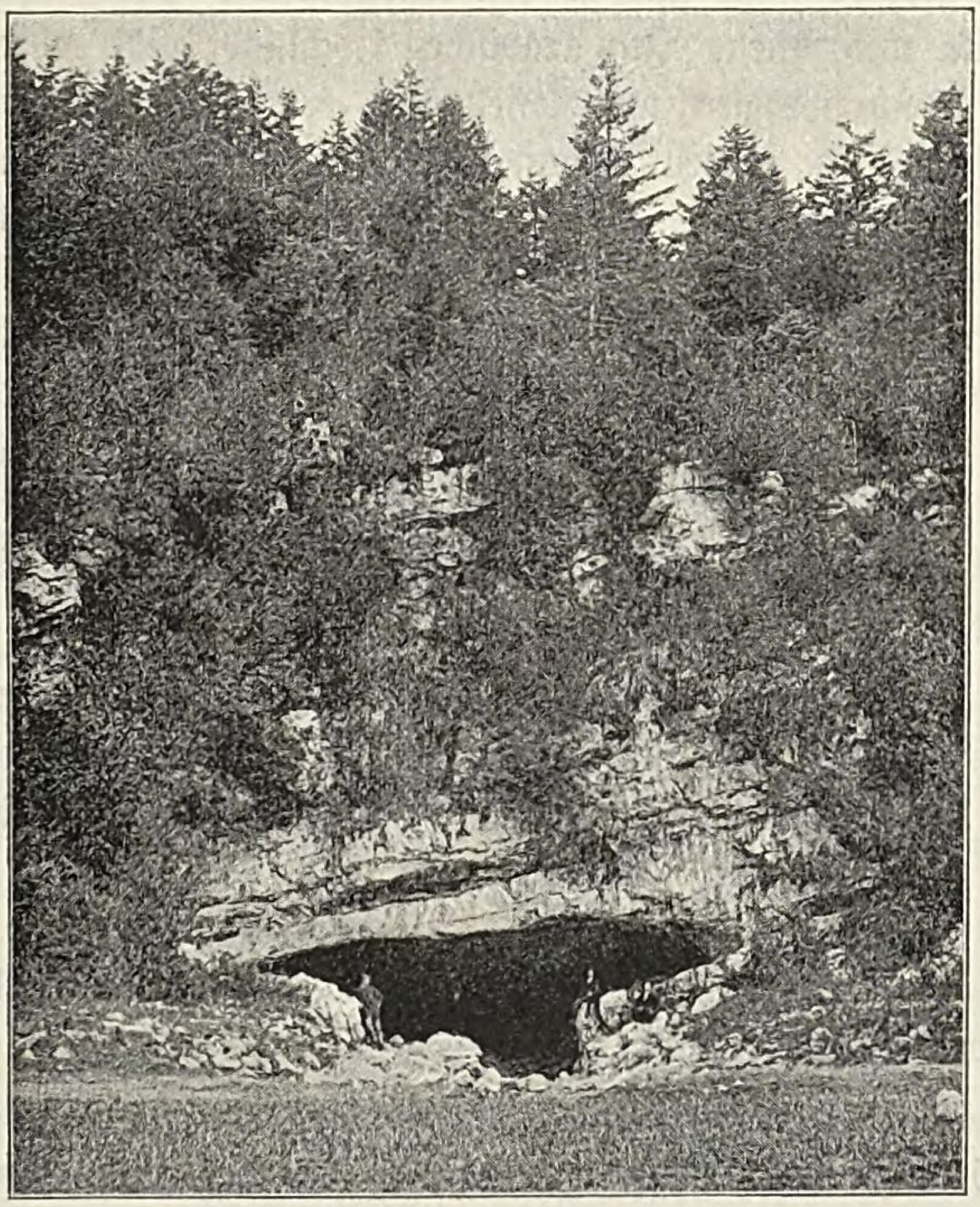
Auf einen Umstand darf aber niemals vergessen werden. Die Kesselthäler bilden sich ausschließlich in Plateaugebirgen, wie alle übrigen Karsterscheinungen, zu denen auch die Kesselthalbildung zu zählen ist. Die Plateaugebirge besaßen ursprünglich eine sanft gewellte, annähernd horizontale Oberfläche, welche durch die oberirdische Erosion eine Modellirung erfahren haben kann, ehe noch der Karstproceß begann. Sobald aber durch Klüfte oder Brüche den Niederschlägen ein Ausweg in die Tiefe auf verschiedenen Punkten des Plateau's gestattet war, mußte der regelmäßige Thalbildungsproceß aufhören und es mußten sich ebensoviele Niederschlagsgebiete bilden, als Abflußstellen sich öffneten. Was durch die Höhlen hinausgeschwemmt worden ist,



Kleine Karlovca bei Zirknitz nach einer Photographie von Schäber.

gehört einem enger begrenzten Gebiete an, und es ist ganz gleichgiltig, ob zwei oder mehrere Kesselthäler einem und demselben unterirdischen Flußgebiete angehören oder nicht; denn in jedem wirkt die Erosion selbstständig und excentrisch an der Erweiterung des eigenen Niederschlagsgebietes. Erst dann, wenn durch Einbruch der gemeinsamen Drainagehöhle eine directe Verbindung hergestellt ist, wird das Niederschlagsgebiet auch factisch ein gemeinsames. Manche Kesselthäler (wie z. B. jene von Reifnitz und von Gottschee) stehen nicht mehr weit von ihrer Vereinigung, andere trennen noch 10 Kilometer breite Bergrücken, trotzdem sie nachweisbar zum selben Flußgebiete gehören. Die muldenförmigen Kesselthäler sind daher als durch das Zusammenwirken der oberirdischen mit der unterirdischen Erosion entstandene Depressionen in der vordem annähernd ebenen Oberfläche eines Plateaugebirges zu betrachten. Welcher Antheil dem Einsturze hierbei

zukomme, wurde bereits erwähnt, es kann aber nicht oft genug davor gewarnt werden, ohne vorhergegangener genauer Untersuchung die Bildung eines Kesselthales einer oder der anderen Kraft zuschreiben zu wollen, welche daran betheiligt war. Die Spuren können so sehr verwischt sein, daß sie trügerisch selbst für das erfahrenste Auge werden können; denn in ein und demselben Thale können auch Einsturz- und Erosionsanzeichen vereint vorkommen, was die Beurtheilung ungemein erschwert. Ein solches Kesselthal ist jenes von Zirknitz, welches in der Dolomitzone durch rein oberirdische Einflüsse und in der Kreidezone durch das Zusammenwirken der oberirdischen mit der unterirdischen Erosion gebildet worden ist. Auch das Thal von Loitsch hat regelrechte Thalbildung in der Dolomitzone, während die Karsterscheinungen dort beginnen, wo sie aufhört. Der das ganze Thal durchfließende Bach entsteht



Große Karlovca bei Zirknitz nach einer Photographie von Schäber.

aus zahlreichen Quellen im Dolomitgebiete und verschwindet in einem großartigen Saugtrichter, sobald er die Kreidezone berührt. Die Katabothren des Zirknitzer Thales liegen sämmtlich außerhalb der Dolomitzone (s. Abbildung S. 142 und 143).

Durch Erosion entstandene Kesselthäler besitzen nur selten oberirdische Wasserläufe, u. zw. aus dem einfachen Grunde, weil das Wasser in tieferen Horizonten circulirt, bis in welche die Austiefung des Thales noch nicht vorgeschritten ist. Zahlreiche Schlünde führen die Niederschläge dem Horizonte zu, in dem die Wassercirculation stattfindet. Genügen die Abzugsschlünde nicht, so kann auch in einem solchen Thale sich ebensogut Wasser aufstauen[1]), wie in einem durch Einbruch von

[1]) Es befinden sich dann zwei Wasserhorizonte übereinander, u. zw. ein unterirdischer, tieferer, vom fließenden Wasser und ein oberirdischer, höherer, vom stagnirenden.

Höhlendecken entstandenen. Der Mangel von oberirdisch fließendem Wasser und die senkrechte Verschlundung der Niederschläge können also für Anzeichen einer Thalbildung durch Erosion betrachtet werden. Für jene durch Einsturz hat man an stehen gebliebenen Pfeilern etwas bessere Anhaltspunkte. Solche Pfeiler sind z. B. der Hügel von Kopajn im Ratschnathale (Krain) und der Hügel von Jakobowitz im Planinathale (Krain)[1]). Das beste Anzeichen ist aber stets die Sondirung der Thalsohle oder die Beobachtung der etwa vorhandenen Aufschlüsse in derselben an den Rändern der Flußläufe oder an den Saugtrichtern. Es muß jedoch bemerkt werden, daß nicht alle Einsturzthäler oberirdische Wasserläufe enthalten. Das Thal von Police ist z. B. ein unleugbarer Einbruch, der keinen Wasserlauf besitzt. Unter dem Trümmerwerk fließt jedoch bekanntermaßen der Šičafluß (spr. Schitzafluß) durch.

Kesselthäler gibt es nicht nur in den Karstländern Südeuropa's, sondern auch in Amerika, Afrika und Asien. Im arabischen Hochlande gibt es zahlreiche Wâdiy's, welche nach den Beschreibungen als Kesselthäler erkannt werden müssen. Freiherr von Maltzan erwähnt in seinen Erläuterungen zu dem von ihm herausgegebenen Werke: „Reisen in Arabien" (2. Band, Braunschweig 1873, Adolph von Wrede's Reise in Hadramaut enthaltend), S. 281, bezüglich der Localität Choraybe: „Dieser häufig vorkommende Name könnte als Verkleinerungswort von Charib (die Wüste) angesehen werden. Wahrscheinlich ist er jedoch Verkleinerungswort von Chorbe. Wir finden nämlich im Wâdiy Do ʿân dicht nebeneinander zwei Städte, Chorbe und Chorayhe, d. h. „Chorbe" und das „kleine Chorbe". Die Bedeutung von Chorbe, welches ein „Loch im Boden", d. h. ein „Kesselthal" heißt, entspricht auch ungleich besser der Localität als die Bedeutung „Wüste"".

In Ritter's Geographie wird auch erwähnt, daß der Zendehrud-Fluß, welcher vor Ispahan vorüberfließt, sich im Districte Khuné in einem Gipsthale in der Erde verliere. Das Vorkommen von Gips scheint überhaupt Karsterscheinungen zu begünstigen, wie dies aus den Untersuchungen von Dr. Tietze in Galizien hervorgeht. (Diesbezüglich siehe: Dr. E. Tietze, „Beiträge zur Geologie von Galizien", 3. Folge, im „Jahrbuche der k. k. geologischen Reichsanstalt", Wien 1886, S. 681 ff., und 5. Folge, ebenda, Wien 1891, S. 62).

Tietze erwähnt ferner Kesselthäler und abflußlose Seen in seinem Aufsatze: „Beiträge zur Geologie von Lykien" („Jahrbuch der k. k. geologischen Reichsanstalt", Wien 1885), die auch auf der beigegebenen Karte eingezeichnet erscheinen. Die Kesselthäler heißen dort Yaila's und die Katabothren, welche das Wasser abführen, werden Duden genannt.

Große Kesselthäler besitzt auch Nordafrika, im Gebiete der Natronseen. Das Vorhandensein von zahlreichen Höhlen im Saharagebiete läßt darauf schließen, daß auch die benachbarten Depressionen der subterranen Erosion ihr Dasein verdanken. Das Zurückbleiben von salzigen Wässern deutet darauf hin, daß diese Senkungsfelder durch die Auslaugung von alten Salzlagern entstanden seien. Aus diesen mögen die zahlreichen salzigen Quellen Nordafrika's entstanden sein, von denen Daubrée eine Reihe anführt, welcher der Auslaugung salzführender Schichten die Entstehung der Depressionen zuschreibt.

---

[1]) Einen ähnlichen Felspfeiler erwähnt auch Martel im Felscircus des Thales nächst den Quellen von Benikovi in Griechenland.

Bezüglich Nordamerika's erwähnt Deckert („Globus" 1888, S. 218), daß besonders Florida reich an Seen sei, die keinen oberirdischen, sondern einen unterirdischen Abfluß besitzen. Deckert ist einer der Vertreter der Einsturztheorie, die er mit der geringen Festigkeit des durch subterrane Erosion angegriffenen Gesteins in Amerika begründet. Dieser Ansicht kann nur beigepflichtet werden, denn die Einsturzerscheinungen stehen mit der Consistenz der Gesteine in untrennbarem Zusammenhange. Dadurch erklärt es sich auch, warum sie in den Cevennen nicht so großartig entwickelt sind, als anderswo, wo brüchigere Kalke vorkommen. Uebrigens fehlen Einsturzerscheinungen auch dort nicht ganz, zu einer ausgesprochenen Kesselthalbildung ist es jedoch nicht gekommen. Nach Daubrée kommen aber typische Kesselthäler in Frankreich weiter östlich vor. Er führt an: im Departement Bouches du Rhone das Thal von Gémenos, von Antignosc, von Saint Julien le Montagnier, welche ihre Wässer durch Katabothren abführen, die dort „Embucs" genannt werden. Daubrée bringt hiermit die submarinen Quellen in Verbindung, die längs der benachbarten Küste bekannt sind. In den Departements Var und Alpes maritimes erwähnt er die Bassins von Cuges und zahlreiche submarine Quellen, die er mit dem Plateau von Roquefort in Verbindung bringt, wo die Tagwässer von Schlünden aufgenommen werden, die man dort „Ragagés", „Gouffres" oder „Crevasses" nennt. Dufour citirt in den Pyrenäen das Vallon d'Artigues de Lin, welches er als ein Kesselthal mit einer bedeutenden Katabothre beschreibt.

Am zahlreichsten sind jedoch die Kesselthäler in den österreichischen Karstgebieten, die ihre Fortsetzung bis an die Südspitze von Griechenland haben, und selbst auf den griechischen Inseln gibt es noch vielfach Karsterscheinungen, über welche die mehrerwähnte Zusammenstellung von Čvijič zahlreiche Literaturnachweise, besonders über den slavischen Theil der Balkanhalbinsel enthält.[1]) Ueber mehrere österreichische Kesselthäler liegen Detailaufnahmen zu meliorationstechnischen Zwecken vor, welche die Zu- und Abflußverhältnisse enthalten. Von den Abflußhöhlen wurden zu diesem Zwecke auch viele untersucht, vermessen und kartographirt. Die Resultate der Aufnahme des Ingenieurs Putick befinden sich im Besitze des österreichischen Ackerbauministeriums, sind aber leider niemals vollständig publicirt worden, was als entschiedener Verlust für die Wissenschaft bezeichnet werden muß. Auch im Archive des Landesausschusses von Krain erliegen höchst werthvolle Aufnahmen über die unterirdischen Zuflüsse des Gurkflusses, namentlich über die Kesselthäler, aus denen diese Zuflüsse stammen. An den Erhebungen waren die Landesingenieure Hrasky und Klinar betheiligt, unter deren Leitung auch die Entwässerungsarbeiten im Račnathale mit bestem Erfolge durchgeführt worden sind.

Daß auch die Plateaugebirge der Nordalpen ausgesprochene Kesselthäler besitzen, dürfte minder bekannt sein. Čvijič führt als Beispiel den „schwarzen See" nächst dem Schafberge in Oberösterreich an. Dies beruht jedoch auf einer Verwechslung mit dem Haleswiessee im selben Gebirgsstocke, der ein Katabothrensee ist, während der schwarze See einen oberirdischen Abfluß hat (den Schwarzbach). Der Rußbach

[1]) Ueber die griechischen Katabothrenseen siehe: „Sumpf- und Seebildungen in Griechenland" von Franz Kraus in den „Mittheilungen der k. k. geographischen Gesellschaft", Wien 1892, Heft 7 und 8. — „Les Katabothres du Peloponèse" von E. A. Martel in der „Revue de géographie", Paris 1892. — „Die Deichbauten der alten Mynier", von E. Curtius in den „Sitzungsberichten der k. preußischen Akademie der Wissenschaften", Berlin 1892, Sitzungs-Bericht vom 22. December. — In allen diesen Publicationen findet man zahlreiche Hinweise auf die antike und die moderne Literatur.

gilt als der Abfluß des Haleswiessees, von dem ein Rest sich das ganze Jahr über erhält. Dieser See ist auch in botanischen Kreisen bekannt, weil er der höchste Standort einer Nymphaea-Art ist. Nach einer anderen Annahme soll die Rothaubachquelle aus dem Haleswiessee ihr Wasser beziehen. Beide Versionen beruhen nur auf Schätzungen, denn eingehende Untersuchungen sind nicht vorgenommen worden. Der Haleswiessee besitzt nur eine große Katabothre, die ungefähr in der Mitte der großen Depression liegt. Diese Katabothre ist bisher ununtersucht, obwohl ihre Mündung nicht unbedeutend ist.

In der schwäbischen Alb beschreibt Professor Quenstedt in seinem höchst interessant geschriebenen Buche: „Geologische Ausflüge in Schwaben", Tübingen (ohne Jahreszahl), 2. Auflage, mehrere kesselförmige trockene Thäler, in denen Schlünde das Wasser tieferen Horizonten zuführen. Die oberirdischen Wasserläufe verschwinden bald wieder, ganz so wie in den übrigen südeuropäischen Karstdistrikten." Seite 83 sagt Quenstedt: „Von Weilheim über Hepsisau heraufkommend, tritt man in ein kraterförmiges Kesselthal, rings von Dolomiten, schneeweißem Marmor und Basalttuffen umgeben". Im Harz[1]) ist der sogenannte Hungersee ein Seitenstück zum berühmten Zirknitzersee, nur füllt er sich nicht so häufig wie dieser, weshalb Behrens (Hercynia curiosa) schweren Herzens zugeben muß, daß der Zirknitzersee der interessantere sei. Die Ueberschwemmungen ereigneten sich zur Zeit von Behrens (1720) nur alle sechs bis acht Jahre. Das Wasser drang ausschließlich aus dem Boden hervor durch mehrere Schlünde, die es später wieder verschlangen. Selbst bei trockener Witterung sollen Ueberschwemmungen entstanden sein, woraus Behrens schließt, daß die Ursache der Wasseraustritte in Querschnittsveränderungen der Abflußhöhlen liegen müsse, die sich unter der Thalsohle befinden. Das Thal von Augsdorf wäre also als ein durch Erosion entstandenes Kesselthal zu betrachten, für welche das Thal von Leitsch in Krain ein Analogon wäre, weil dort genau dieselben Verhältnisse herrschen. In Leitsch kennt man übrigens die Tiefenlage der Wasserhöhle genau, seitdem sie durch einen künstlichen Schacht aufgeschlossen worden ist (siehe die Abbildung S. 152).

Mit den Kesselthälern nicht zu verwechseln sind die Senkungsfelder in vulkanischen Gebieten. Dagegen stehen den Kesselthälern jene Depressionen weit näher, die sich durch Auflösung von Salzlagern oder anderen leicht löslichen Substanzen gebildet haben, obwohl diese Form als ein eigener Typus von Depressionen von mehreren Gelehrten betrachtet zu werden pflegt. Ein principieller Unterschied besteht nur darin, daß hierbei die mechanische Erosion gegenüber der chemischen zurücktritt; die erzeugte Form ist aber nicht so sehr verschieden, als daß die Aufstellung einer eigenen Classe nöthig wäre. Damit es zur Thalbildung durch Senkung kommen kann, ist ja die Entfernung der gelösten Substanzen ebenfalls eine Vorbedingung. Wo undurchlässige Schichten dies verhindern, dort kann es nur zu einer Durchtränkung der aufgelagerten, losen Materialien kommen, wodurch allerdings auch eine Senkung, jedoch nicht so bedeutenden Grades, erfolgen kann.

In Vorstehendem wird die Entstehung der Kesselthäler ohne Zuhilfenahme von tectonischen Störungen zu erklären versucht. Der Einfluß derselben auf die Bildung von Brüchen, Aufstauungen u. dgl. soll darum nicht geläugnet werden. Insbesondere mögen es die jüngeren Eruptivgesteine gewesen sein, welche auf die benachbarten Plateaugebirge zermalmend gewirkt und jene großen Brüche hervorgerufen haben,

[1]) Ueber die kleinen Dolinenseen des Harzgebirges wurde schon im Capitel der oberirdischen Erscheinungen berichtet.

welche das Karstphänomen zur weiteren Folge hatten. Quenstedt sieht in den Basalten und Basalttuffen[1]) die Ursachen der Zerklüftung benachbarter Gebirgstheile. Auch im croatischen Karste und in Serbien kennt man jüngere Eruptivgesteine in der Nähe großartiger Karstterrains. Ohne daran eine Theorie knüpfen zu wollen, sei diese Thatsache constatirt, für welche auch analoge Fälle aus anderen Ländern herangezogen werden könnten. Daß auf diese Weise Bruchspalten entstehen können, läßt sich übrigens nicht läugnen.

Kesselthäler, welche durch Einsturz entstanden sind, haben nicht nur mit den echten Dolinen, sondern auch mit gewissen klammartigen Thälern eine Verwandtschaft. Einsturzdolinen müssen ja nicht immer durch einen einmaligen plötzlichen Einbruch entstehen. Sie können auch durch einen länger andauernden Abbröckelungsproceß gebildet werden, wobei die Erdbeben gewiß eine der Hauptursachen wenigstens in den südeuropäischen Karstbezirken sein mögen, daß sich große Deckenstücke loslösen. Das Gleiche ist bei den klammartigen Thälern der Fall, die aus eingebrochenen Höhlen entstanden sind. Das Rakbachthal ist ein solches Thal, welches stellenweise seinen klammartigen Charakter noch besitzt, in seinen älteren Theilen (den mittleren) diesen Charakter aber bereits total verloren hat und heute dort einem Kesselthale gleicht. Ebenso können auch aus Höhlen länger gestreckte Thäler entstehen, die zwischen Steilwänden eingeschlossen sind und bei denen nur der Untergrund die Entstehungsweise einigermaßen zu verrathen vermag, wenn er aus demselben Blockmateriale besteht, welches das Haupterkennungszeichen der durch Einbruch entstandenen Kesselthäler ist. Darum muß aber gerade nicht jedes Thal mit Steilwänden durch Einsturz entstanden sein.

Im Haushalte der Natur erfüllen die Kesselthäler mit Wasseransammlungen die Aufgabe von Stau- und Sammelbassins für die Niederschläge, welche sie je nach dem Querschnitte der zur Verfügung stehenden Abflußhöhlen langsamer oder schneller an tiefer gelegene Horizonte abgeben. Dies gilt sowohl von den permanenten Wasseransammlungen, als auch von den periodischen. In der wissenschaftlichen Literatur hat sich der Ausdruck Katabothrenseen für alle Wasseransammlungen mit unterirdischem Abflusse eingebürgert, und darum soll dieser auch hier beibehalten werden; denn es ist nicht gut, bereits allgemein bekannte Bezeichnungen ohne zwingenden Grund durch neue ersetzen zu wollen, weil dies nur zu Verwirrungen Anlaß gibt. Das Erfinden von Ausdrücken ist keine Kunst. In der modernen wissenschaftlichen Literatur wird das Erfinnen von neuen Bezeichnungen stark von jüngeren Gelehrten betrieben, und dagegen kann nicht eindringlich genug protestirt werden.

Die Katabothrenseen bieten mitunter eigenthümliche Erscheinungen. Die Sage, daß man im Zirknitzersee alljährlich zu bestimmten Zeiten fischen, jagen und ernten könne, findet sich in den meisten älteren Lehrbüchern der Geographie. Diese Irrthümer müssen einmal gründlich aus der Welt geschafft werden. Eine regelmäßige Periodicität besitzt kein Katabothrensee, und darum dürften die nachfolgenden Ausführungen über das Verhalten der Katabothrenseen bei Hochwässern nicht überflüssig sein.

---

[1]) Geologische Auflage S. 88 werden dieselben erwähnt.

Die Hochwässer in den Katabothrenseen.

Daß man die Katabothrenseen zu den abflußlosen Seen zumeist zu rechnen pflegt, ist nicht ganz richtig; denn sie sind nicht absolut abflußlos, sondern ihr Abfluß geschieht auf unterirdischem Wege, der mit wenigen Ausnahmen einen unbekannten Verlauf hat. Sie sind also nur scheinbar abflußlos, und das Steigen und Fallen ihrer Wässer hängt hauptsächlich vom jeweiligen Querschnitte der Abflußcanäle ab, der fortwährenden Veränderungen unterworfen ist, und zwar einmal zu Gunsten, und ein andermal zu Ungunsten der Wasserabfuhr. Diese Querschnittsveränderungen hängen von so zahlreichen Ursachen ab, daß es schwer wird, sie alle anzuführen. Man sollte meinen, daß die fortwährend wirkende Erosion stetig die Canäle erweitern sollte; allein ihr wirken andere Umstände entgegen, die mitunter Jahrhunderte alte Communicationen total unterbrechen oder ihre Querschnitte arg reduciren können. Es liegt sogar, wie bereits erwähnt, die Möglichkeit vor, daß durch Verstopfung der unterirdischen Abflußwege aus einem Katabothrensee ein solcher mit oberirdischem Abfluß werden könne.

Die Sage berichtet, daß einst das Kaspische Meer einen unterirdischen Abfluß besessen habe, und daß aus jener Zeit die Reste jener Baulichkeiten stammen, die bei niedrigem Wasserstande am Seegrunde bemerkt werden können. Daß einst das Kaspische Meer einen viel niedrigeren Stand besessen haben muß, der seit Menschengedenken nicht wiedergekehrt ist, geht aus diesen Gebäuderesten hervor; allein die zur Erklärung herangezogene Sage des Einbruches der Abzugshöhle ist doch zu wenig beglaubigt, als daß man berechtigt wäre, die dauernde Veränderung des Meeresniveaus einer Verstopfung der sagenhaften Abzugshöhle zuzuschreiben. Eine ähnliche Sage wird vom großen Salzsee von Utah in Nordamerika erzählt. Amerikanische Schiffernachrichten sind aber schon von vornherein dubioser Natur.

Wir besitzen jedoch eine verläßlichere Ueberlieferung dafür, daß aus einem Katabothrensee ein See mit oberirdischem Abflusse werden könne.

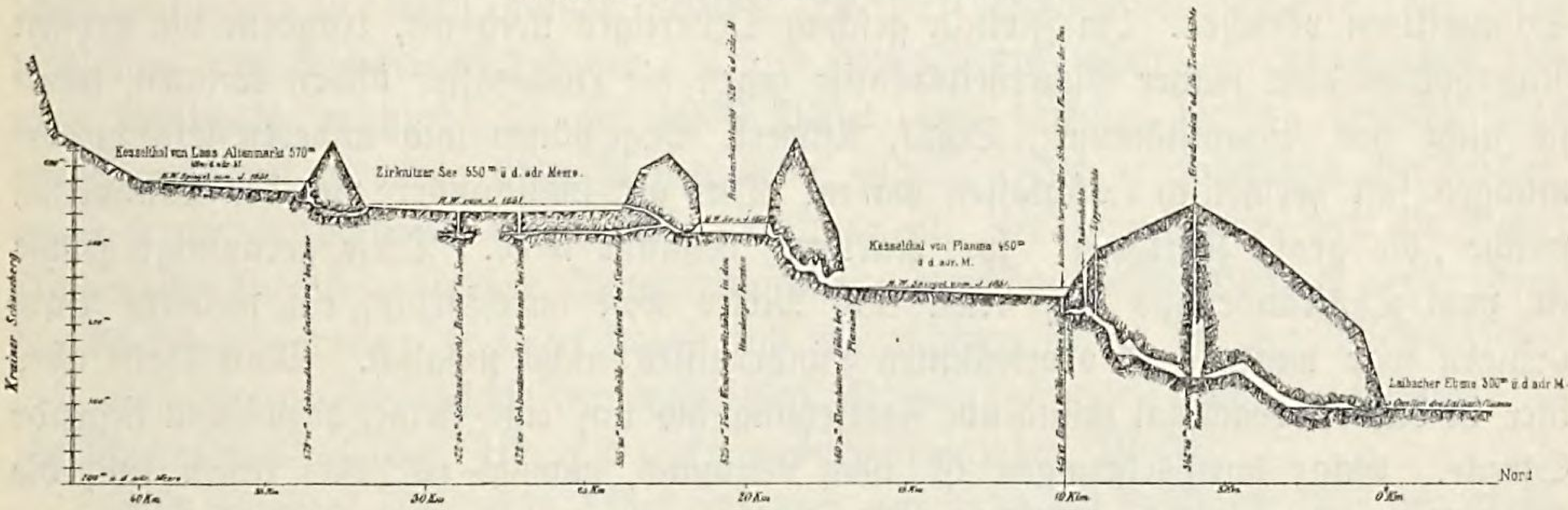
Es ist dies der Čepičsee in Istrien. Sein Abfluß geschah durch eine Katabothre am Südrande desselben, und das dort hineinstürzende Wasser trieb eine Mühle, deren Quadermauer heute noch zum Theile erhalten ist. Ueber die Zeit, wann die Verstopfung der Katabothre erfolgt ist, widersprechen sich die Angaben. Thatsache ist, daß Valvasor die Mühle noch in Betrieb sah und sie in seinem großen Werke: „Die Ehre des Herzogthums Krain" (Laibach 1689) beschrieben hat[1]). Nach einer Version soll einer der Pfleger der Herrschaft die Verstopfung wegen der Aalfischerei im See angeordnet haben, weil der See zeitweise ganz abfloß und dadurch die Fischerei Schaden litt. Das Seewasser soll seinen Weg ehedem durch den niederen Hügelrücken in das jenseitige Thal von Fianona genommen haben, wo es in einer starken Quelle zu Tage trat, die einen Bach bildete, der zwei Mühlen trieb, und der sich nach kurzem Laufe in die Bucht von Fianona ergoß. Die beiden Gebäude stehen noch, auch das

---

[1]) 2. Buch, 80. Capitel, S. 294: „Es ist auch bei diesem See eine sehr artlich gebaute Mühle; sintemal sie gleichsam unter dem See und gantz in der Erden gebauet worden." Im 4. Buche, 41. Capitel, S. 609, wird diese „Natur-Rarität" ausführlicher beschrieben. Aus der etwas verworrenen Beschreibung läßt sich entnehmen, daß ein Ueberfall gegen das Arsathal schon vorher bestanden haben muß, daß aber der unterirdische Abfluß damals genügte. Wahrscheinlich hat schon der Einbau des Mühlenwerkes zur Hebung des Seeniveaus beigetragen. Seit der vollständigen Verstopfung der Katabothre ist der Abfluß ausschließlich ein oberirdischer geworden.

Rideau, in dem der Bach floß, ist noch gut erkennbar, allein die Quelle ist ausgeblieben. In Fianona behaupten die Leute, daß diese künstliche Veränderung des Abflusses des Čepičsees um das Jahr 1830 erfolgt sei. Dagegen schreiben Andere das Ausbleiben der Mühlbachquelle der Eröffnung der Bergbauten von Carpano und Albona zu, wodurch die Bergwässer in das Arsagebiet abgeleitet worden seien. Sowohl das Ausbleiben der Quelle, als die Verstopfung der Katabothre sind unleugbare Thatsachen. In Folge der Verstopfung der Katabothre stieg der See hoch über sein altes Niveau und trocknete nie mehr ganz aus. Er überstieg die niedere Wasserscheide, die ihn früher vom Arsathal trennte, und verwandelte die ehedem fruchtbare Rakita-Ebene in einen Sumpf, dessen Exhalationen die Ursache von Sumpffieber (Malaria) sind. Die Höhe der Wasserscheide beträgt 25 Meter über dem Adriatischen Meere, der See jedoch hat ein mittleres Niveau von nur 24 Meter, und es zeigt sich daher die seltene Erscheinung, daß in dem künstlichen Canale, welcher den See mit dem Arsathale in Verbindung bringt, das Wasser von Osten nach Westen fließt, wenn der See hoch steht, und von Westen nach Osten, wenn er sinkt. Der Čepičsee ist also aus einem Katabothrensee ein solcher mit periodischem, oberirdischem Abflusse

LÄNGENPROFIL DER KESSELTHÄLER VON INNERKRAIN.



Nach einer Originalzeichnung von W. Putick.

geworden, und gehört (nach der Brückner'schen Terminologie) derzeit in die Classe der unvollkommenen Seen. Seine Zuflüsse erhält er durch Wildbäche und durch eine Steigquelle, welche im Seegrunde an der tiefsten Stelle des Sees entspringt. (Nach Putick).

Ganz eigenthümliche Verhältnisse zeigt dagegen der Zirknitzersee. Ein Theil desselben ist periodisch, und ein anderer (der Zadni kraj) ist constant. So viel auch über diesen berühmten See geschrieben worden ist, so besitzt man merkwürdiger Weise doch keine fortlaufenden Aufschreibungen über seine Hochwasserstände. Man begegnet allerdings in der Literatur vereinzelten Angaben über die Wasserstände des Zirknitzersees, die insbesondere Herr Dr. R. Sieger mit großem Fleiße gesammelt hat, allein über die Intensität derselben erfährt man daraus nichts, und gerade dies wäre das Wichtigste; denn Hochstände kommen beim Zirknitzersee alljährlich vor, und daß er sich einmal nicht füllt, ist eine große Seltenheit, ebenso wie, daß er im Verlaufe eines ganzen Jahres gar nicht abläuft. Beides ist jedoch schon vorgekommen. Im Interesse der Studien für Entwässerungsarbeiten, die im Auftrage des Ackerbauministers, Grafen Julius Falkenhayn, in den Kesselthälern von Krain vorgenommen werden, wollte man den Versuch machen, durch Gedenkmänner die Jahre der höchsten Ueberschwemmungen festzustellen, die über das gewöhnliche Inundationsgebiet hinaus-

gereicht hatten. Die Angaben lauteten jedoch so widersprechend, daß sie als unverläßlich nicht berücksichtigungswürdig waren. Das Gleiche gilt von Račna, Guttenfeld, Treffen, Gottschee, Reifnitz und allen übrigen durch periodische Ueberschwemmungen heimgesuchten Kesselthälern. Nur in Planina gelang es dem mit den Erhebungen betrauten Staatstechniker Herrn Wilhelm Putick, eine solche Aufschreibung im Hause des damaligen Bürgermeisters Anton Kovsza aufzutreiben, die vom Jahre 1801 an alle wichtigen Ereignisse in Chronikform enthielt, und in welcher auch die meteorologischen Verhältnisse bis zum Jahre 1888 ziemlich ausführlich erwähnt sind. Nachdem die Thäler von Zirknitz und von Planina untereinander mehrfache Communicationen besitzen, deren Existenz man erst seit Kurzem kennt, so ist mit Recht anzunehmen, daß die Hochwässer des höher gelegenen Zirknitzerthales jene des benachbarten, tiefer gelegenen Planinathales beeinflussen müssen. Die Wässer von Zirknitz gelangen auf dreierlei Wegen nach Planina, u. zw. 1. durch die Mühlthalquellen, 2. durch die Kleinhäuslergrotte und 3. durch die Skratouka. Weitere Communicationen sind möglich, aber bisher noch nicht nachgewiesen. Der See von Planina entleert sich aber nicht gleichzeitig mit jenem von Zirknitz, was von der Art wie die Sauglöcher in den beiden Thälern disponirt sind, und von ihrer jeweiligen Wirksamkeit abhängt. Im Planinathale wurden schon wiederholt die Sauglöcher gereinigt, erweitert oder mit Schutzgittern versehen. In Zirknitz geschah Derartiges noch nie, trotzdem die großen Randhöhlen dort wahre Sicherheitsventile gegen die Hochwässer bilden könnten, wenn sie nicht mit Baumstämmen, Schilf, Astwerk, Sägespänen und anderen Einschwemmungen fast hermetisch verschlossen wären. Dies gilt insbesondere von der Randhöhle, welche „die große Karlovca" (spr. Karluza) benannt wird. Diese geräumige Höhle ist vom Thalrande aus auf etwa 600 Meter weit durchforscht, ein weiteres Vordringen war wegen des oberwähnten Hindernisses nicht möglich. Man kennt aber ihre in das Rackbachthal mündende Fortsetzung bis auf eine kleine, dazwischen liegende Strecke. Ganz durchgedrungen ist noch Niemand, obwohl es Leute geben soll, die sich dessen rühmen (siehe Abbildung S. 143).

Diese, sowie mehrere andere Randhöhlen treten erst dann in Action, wenn der Thalboden schon einen Meter hoch vom Wasser bedeckt ist. Bis dahin functioniren nur die trichterförmigen Sauglöcher, die gruppenweise im Seegebiete vertheilt liegen. Einige der südlichen haben sogar eine doppelte Function, denn sie wirken zuerst als Speilöcher, und später, wenn der Hochdruck in den communicirenden Spalten nachläßt, als Sauglöcher. Je mehr das Niveau des Zirknitzersees steigt, desto mehr Sauglöcher treten in Action. In Planina ist das Gleiche der Fall. Dagegen hat das Adelsbergerthal an seinen beiden großen Katabothren genug, um auch die größten Niederschläge abzuleiten. Es sind dies die Poikschwinde bei Adelsberg und die Schwarzbachschwinde bei Groß-Ottok. Letztere ist nur wenig bekannt, aber sehr absorptionsfähig. Deshalb werden in Adelsberg nur einige tief gelegene Wiesen am Poikufer und am Schwarzbachufer für kurze Zeit überschwemmt, was aber selten länger als 24 Stunden dauert. Im Jahre 1886 scheint sich im Inneren des unzugänglichen Theiles der Poikschwinde eine Umwälzung vollzogen zu haben, weil sich seither keine so bedeutende Stauung wie früher mehr zeigt.

Im Jahre 1885 wurden unter der Leitung des Verfassers die ersten Versuchsarbeiten in der Strecke zwischen Adelsberg und Planina gemacht, um den unterirdischen Lauf der Poik verfolgbar zu machen. Es zeigten sich bedeutende, von Einsturz herrührende Widerstände, deren Bewältigung nur auf eine kurze Strecke gelang, was

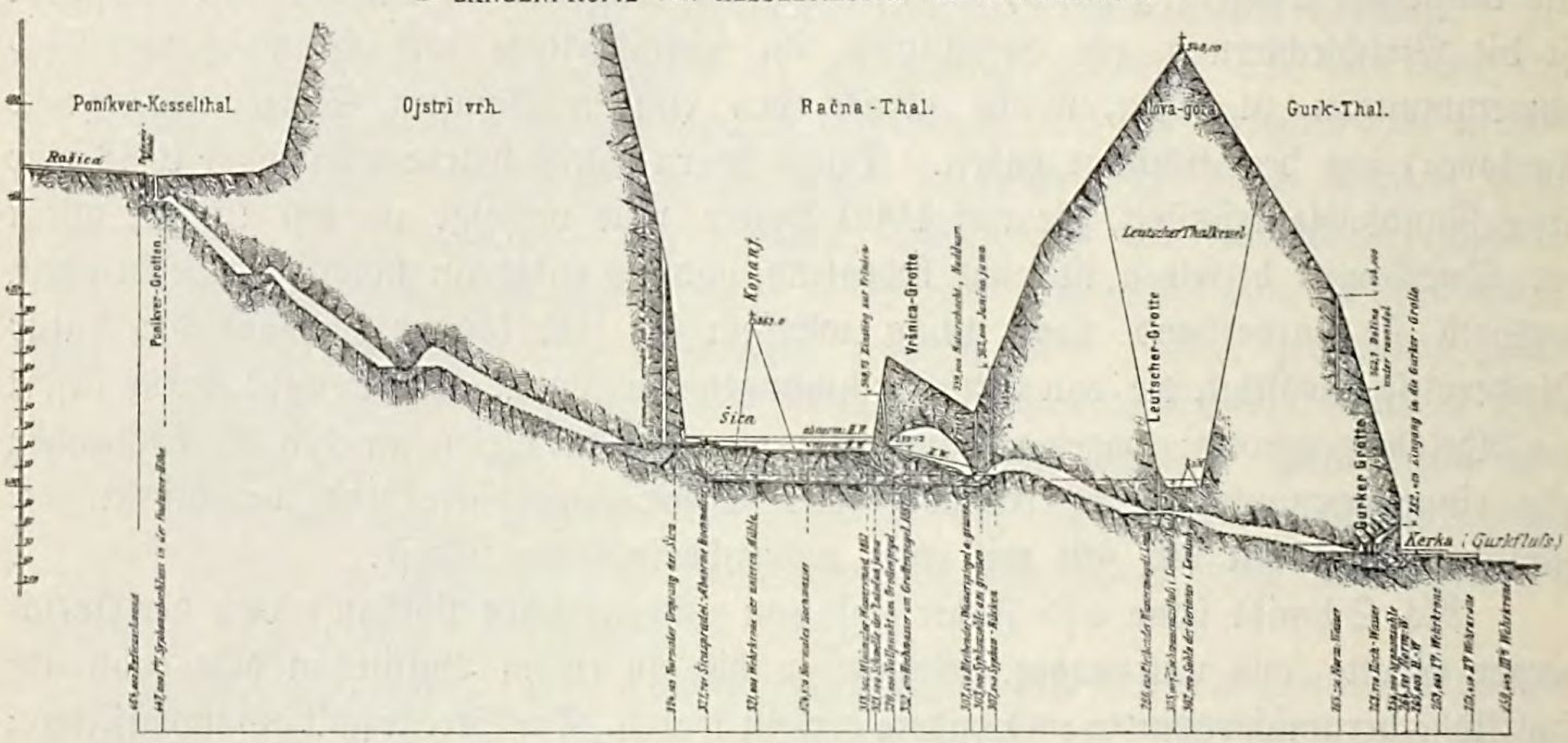
ganz erklärlich ist, weil analoge Arbeiten vorher noch nicht gemacht worden waren, und der Zweck der Arbeiten hauptsächlich darin bestand, die beste Methode des Vorgehens herauszufinden und zu erproben. Der theoretische Theil der Aufgabe wurde gelöst, das praktische Resultat war aber zu unbedeutend, um die nach einem Jahre erfolgte Veränderung in der Wasserabfuhr des Adelsbergerthales damit erklären zu können. Es muß sich also der Poikfluß selbstthätig seine Bahn erweitert haben. — Im Jahre 1886 begannen die Versuchsarbeiten auf Staatskosten im Planinathale unter der Leitung des vorerwähnten Staatstechnikers Putick, der 1887 zwei verschüttete Schlundhöhlen aufdeckte, die 20 Meter unter der Thalsohle in horizontale Höhlen übergingen, und die beim nächsten Hochwasser schon bedeutende Wasserquantitäten verschlangen. Diese Vermehrung der Wasserabfuhr genügte jedoch noch immer nicht, um das Thal von Planina vor Ueberschwemmungen zu schützen, allein es scheint doch, daß ihre Dauer seither restringirt ist, wie aus der 1888er Ueberschwemmung hervorgeht, die ihr Ende am 25. November erreichte, während ähnliche bedeutende Herbstüberschwemmungen Monate zum Ablaufen brauchten. Während also im Adelsbergerthale die Natur selbst nachgeholfen hat, so ist es im Planinathale ein künstlicher Eingriff gewesen, der eine raschere Wasserabfuhr bewirkt hat. Dagegen ist die Verschlechterung der Verhältnisse im Zirknitzerthale auf Rechnung von Einschwemmungen zu setzen, welche gerade den einst wirksamsten Sauger (die große Karlovca) arg beeinträchtigt haben. Durch Herrn Putick wurde allerdings 1888 eine neue Randhöhle erschürft, die auf 1000 Meter weit verfolgt werden konnte, allein der Querschnitt derselben ist nicht bedeutend, und sie endet an mächtigen Verbrüchen, weshalb sie vorderhand noch wenig wirksam ist. Es kommt vor, daß die Natur Hindernisse bewältigt, die von Einschwemmungen herrühren. Ein Beispiel dafür liefert die Adelsbergergrotte; dagegen stauen sich an anderen Orten an den Deckenbrüchen alle eingeschwemmten, leicht transportablen Schwemmproducte und verschließen die Zwischenräume mit der Zeit mit einer undurchdringlichen Masse.

Als Schmidl seine erste Fahrt auf dem unterirdischen Poiklaufe von der Adelsberger Grotte aus unternahm, gelangte er bis zu einem Bassin, in dem zahlreiche Holzklötze herumschwammen und andere verkeilt waren. Die Strecke galt als unpassirbar; trotzdem wurde beinahe 40 Jahre später der Versuch wiederholt, und es zeigte sich, daß die Schmidl'sche Beschreibung zwar richtig, daß aber von der Holzbarre keine Spur mehr vorhanden sei. Die Höhle blieb bis in die Nähe der Ottoker Grotte von bedeutender Höhe, und die Durchfahrt gelang wider Erwarten gut. Derart verkeilte Hölzer conserviren sich durch viele Jahre in den Wasserhöhlen, wovon man sich in der mehrerwähnten Karlovca, in der Rackbachschwinde, in der Raschitzaschwinde und noch in vielen anderen Wasserhöhlen überzeugen kann.

Die Raschitza war zum Zwecke der Untersuchung ihrer Schlundhöhle im Jahre 1889 in einen entfernteren Schlund abgeleitet worden, und die Hauptschwinde nächst der Mühle zeigte sich am Grunde so sehr mit Holzwerk verlegt, daß ein Vorwärtskommen unmöglich war. Die Zwischenräume genügten aber für die Aufnahme selbst größerer Hochwässer. Der Ingenieur, Herr Hrasky, ließ später das Holz entfernen, um eine neuerliche Untersuchung vornehmen zu können, und das seit Jahrzehnten in dem Schlunde angehäufte Holz erwies sich größtentheils als noch brauchbar. Ein wesentlicher Theil der Schwankungen der Abflußverhältnisse der Katabothrenseen dürfte auf Rechnung derartiger, durch Einschwemmung entstandener Querschnittsverminderungen der Abzugshöhlen zu setzen sein.

Im Račnathale welches alljährlich viermal, und noch öfter, von furchtbaren Ueberschwemmungen heimgesucht worden ist, gibt es keine nennenswerthen Ueberschwemmungen mehr. Gelegentlich der Entwässerungsarbeiten wurde auch die Ursache entdeckt, warum die Wasserverhältnisse so ungünstig werden mußten, trotzdem zahlreiche Sauglöcher zur Verfügung standen. Eines der Hauptsauglöcher erwies sich als arg verschlämmt, das zweite keilte sich im Felsen aus, und wurde so schmal, daß es nur geringe Quantitäten zu absorbiren vermochte, und die übrigen waren trichterförmige Oeffnungen im Thalboden (Schwemmlandtrichter oder Sauglöcher), die ebenfalls nur geringe Leistungsfähigkeit besaßen. Theoretisch war anzunehmen, daß einst die Wasserabfuhr durch größere Wasserhöhlen stattgefunden habe, deren Mündungen jedoch unauffindbar schienen. Die Verfolgung eines Randsaugers führte zur Ausräumung einer hohen, aber schmalen Kluft, die 400 Meter weit verfolgt und gereinigt werden konnte, und dadurch bedeutend wirksamer wurde. Der größte Erfolg wurde jedoch dadurch erzielt, daß man in einer Höhle, die am Gehänge nahe vom Thalrande lag, Wasser rauschen hörte. Der Ingenieur, Herr Hrasky, ließ am verschütteten Ende

LÄNGENPROFIL DER KESSELTHÄLER VON UNTERKRAIN.



Nach einer Originalzeichnung von J. V. Hrasky.

dieser Höhle Nachgrabungen machen, und gelangte in eine Wasserhöhle von bedeutendem Querschnitte, und von beinahe 1000 Meter Länge, in welcher er den Wasserlauf stromaufwärts verfolgte. Nach Durchgrabung eines weiteren Schuttkegels, der die Fortsetzung des ersteren bildete, wurden weitere offene Räume in der Länge von ungefähr 250 Meter erschlossen, die nach der angestellten Berechnung nur 5 Meter vom Thalrande an einer Verbruchstelle endeten. Es war ein Leichtes diese kurze Strecke vom Tage aus zu durchfahren, und es zeigte sich, daß die Unterbrechung vom Gehängeschutte bewirkt worden sei, der aus Blöcken, Grus und Erde bestand. Die künstlich gemachte Oeffnung wurde genügend erweitert, durch solides Mauerwerk versichert, und genügt derzeit zur Aufnahme der größten Niederschlagsmengen.

Im Reifnitzthale beabsichtigt man den Feistritzfluß in eine Verbindung mit der Tondera (einer höher gelegenen, sehr absorbtionsfähigen Katabothre) zu bringen, wodurch die Hochwässer abgeleitet werden können, und den eigentlichen Thalgrund nicht mehr zu erreichen brauchen. Die anderen Katabothren des Reifnitzthales liegen zumeist mitten in der Thalebene, und befinden sich in einem elenden Zustande. Nachbrüche und massenhafte Einschwemmungen beeinträchtigen ihre Wirksamkeit. Jeder

der drei Flußläufe im Thale hat sein eigenes Katabothrensystem, von denen keines besonders gut ist. Am Südrande des Thales haben sich einige neue Schlünde geöffnet, die aber von den Einwohnern sofort mit Baumstämmen und Wurzeln wieder verschlossen worden sind, um das Hineinfallen des Weideviehes zu verhüten.

Absichtliche Verschließungen von Sauglöchern in Kesselthälern sind schon vielfach nachgewiesen worden. Zumeist verschütten jene Müller, welche das Gefälle des fließenden Wassers benützen, das in eine Katabothre hinabstürzt, die benachbarten Katabothren die ihnen das Wasser absorbiren. In dem Archive der krainerischen Landesregierung befindet sich ein Act, in welchem ein solcher Fall aus Laase bei Planina amtlich constatirt ist. Ein zweiter Fall ist aus dem Jezero Blato in Bosnien bekannt geworden. Das ausgedehnte Thal, welches von einem See ausgefüllt wird, hatte früher durch Katabothren einen genügenden Abfluß für die ihm hauptsächlich durch den Torrente Suvaya zufließenden Hochwässer. Inmitten des Thales lag einst ein Kloster, dessen Ruinen noch heute bestehen. Die häufigen Ueberfälle der türkischen Räuber, bewogen die Mönche die Katabothren zu verstopfen, und durch Umwandlung des Thales in einen See den Zugang zum Kloster zu erschweren. Man hat sich seither viele Mühe gegeben, diese dort Ponors genannten Katabothren wieder aufzufinden, und es sind in der That zwei derselben aufgeschlossen worden, wodurch die Höhe der Hochwässerstände erheblich restringirt worden sein soll. Im Jahre 1883 entstand ein neuer Ponor im Ljubuškipolje (Herzegowina), der aber nach Ablauf der Hochwässer wieder (1884) verschlossen wurde, um den weiterhin liegenden Bewässerungscanälen das Wasser wieder zuzuführen.

Greifen wir weiter in der Karstzone nach Süden, so begegnen wir ebenfalls bedeutenden menschlichen Eingriffen zum Zwecke der Veränderung der Wasserabfuhr in den Kesselthälern. Die großartige Arbeit am Kopaïssee ist in ihrem wesentlichsten Theile seit der Fertigstellung des Emissars als vollendet zu betrachten. Aber auch von früher her weiß man, daß wiederholt Eingriffe nothwendig wurden, wenn sich die hydrologischen Verhältnisse zu sehr verschlechtert hatten. Uebrigens hat uns auch die Geschichte Nachrichten aufbewahrt,[1]) daß der Zustand der Katabothren fortwährenden Schwankungen unterworfen war. Sie functionirten einmal schlechter, dann wieder besser, einzelne Katabothren wurden unwirksam, und neue bildeten sich. Die nachweisbaren bedeutenderen Hochwasserstände, sowohl im Kopaïssee als auch im Pheneossee und in allen übrigen periodischen Katabothrenseen von Griechenland laufen so wenig parallel miteinander, daß augenscheinlich nur locale Ursachen den außerordentlichen Aufstau verursacht haben können. Nur der Bobeïssee, der kein Katabothrensee ist, sondern zu den unvollkommenen Seen gehört, füllt sich durch die Ueberfallwässer des Peneïos und gibt die angesammelten Mengen bei Niederstand des Peneïos wieder an diesen zurück. Leider besitzt man nur wenig Nachrichten über die Wasserstände dieses Sees und vereinzelte Daten wie: daß er im Jahre 1886 fast ganz ausgetrocknet war, sind vom geringem Werthe.

Die Entwässerungsarbeiten am Fuciner See, welche vom römischen Kaiser Claudius begonnen, von Trajan und Hadrian fortgesetzt und 1862 vom Fürsten Torlonia vollendet worden sind, haben das Seebecken in ein trockenes Thal ver-

[1]) Siehe Sumpf- und Seebildungen in Griechenland von Franz Kraus in den Mittheilungen der k. k. geographischen Gesellschaft, Wien 1892, Heft 7 und 8, wo die diesbezügliche Literatur angeführt ist.

wandelt, aus dem die Niederschläge durch ein künstliches Emissar von 6300 Meter Länge unterirdisch abgeführt werden.

Der umgekehrte Fall, daß aus einem vollkommenen See (mit regelmäßigem Zu- und Abflusse durch Bäche) ein Katabothrensee geworden ist, hat sich kürzlich erst im salzigen See (einem der Mannsfelder Seen) bei Halle a. d. Saale ereignet. Dort fand das Wasser einen unterirdischen Abfluß in die Gruben bei Eisleben, dessen Verlauf durch Bodensenkungen und Erdrisse auch oberirdisch ziemlich deutlich erkennbar ist. In Folge dieses Ereignisses hat der frühere oberirdische Abfluß ganz aufgehört, weil der Spiegel des Sees um ein Bedeutendes gesunken ist.[1]) Es ist aber auch der Grundwasserstand in der Umgebung des Sees gesunken, und der See hat einen Theil seines Salzgehaltes verloren, der ihm früher durch sublacustre Quellen zugeführt worden ist. Der Grundwasserstand der Umgebung von Seen ist aber stets von großer Wichtigkeit, was leider bisher nicht nach Gebühr gewürdigt worden ist. Dieses Grundwasser spielt eine sehr bedeutende Rolle. Es kann nämlich functioniren als Reservoir für die Alimentirung des Sees, oder je nach der Lage als Infiltrationsterrain für das im See aufgespeicherte Wasser. In letzterem Falle kann der Grundwasserbezirk als eine Vergrößerung des Seegebietes betrachtet werden, und es ist sogar die Möglichkeit vorhanden, daß ein Theil der Sickerwässer, welche der See an das benachbarte Schottergebiet abgibt, weithin nach anderen Flußgebieten abgeleitet werden könne. In vulkanischen Gebieten kann dieses indirecte, dem See entnommene Wasserquantum anderswo durch heiße Quellen emporgetrieben, oder in Dampfform verwandelt werden, und es wäre bei gewissen Seen sicherlich angezeigt nachzuforschen, ob derartige vulcanische Erscheinungen (Schlammvulcane u. dgl.) nicht etwa einen Theil des dem See als Grundwasser entzogenen Quantums ableiten oder verbrauchen.

Auch mechanisch können Veränderungen in der Wasser-Zu- und Abfuhr durch Bohrungen auf Petroleum oder Thermalwässer bewirkt werden, die auf den Grundwasserstand nicht ohne Einfluß bleiben, und mit der Zeit auch auf den Stand eines benachbarten oder selbst eines entlegenen Sees eine Rückwirkung ausüben können.

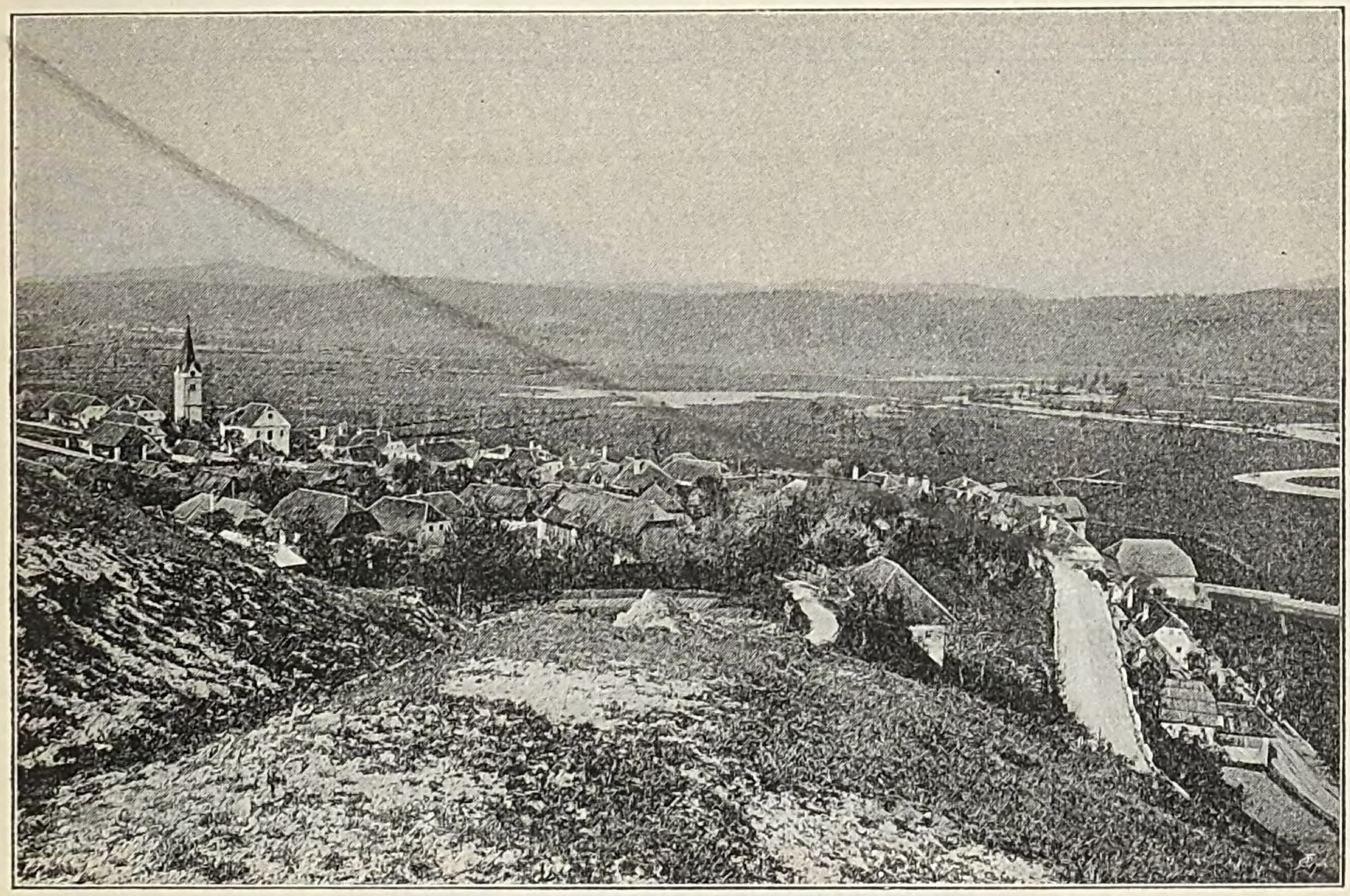
Nachdem nicht nur bei Katabothrenseen, sondern auch bei anderen Seen uncontrolirbare Zu- und Abflüsse bestehen können, so ist es nicht genügend, nur die controlirbaren in Rechnung zu ziehen, sondern es sollte auch in jedem einzelnen Falle und bei jedem See eine eingehende Untersuchung angestellt werden, um zu erforschen, ob nicht auch auf uncontrolirbaren Wegen Zu- oder Abflüsse bestehen, die denselben Gesetzen unterworfen sein müssen wie jene der Katabothrenseen, weil auch sie häufigen Querschnittsveränderungen ausgesetzt sind, die ganz unerklärbare Schwankungen hervorrufen können. Die Erfahrung hat gelehrt, daß die meisten Katabothrenseen außer durch die sichtbar functionirenden Katabothren noch Wasserverluste erleiden. Dies kann nur durch solche Katabothren geschehen, die vermöge ihrer versteckten Lage nicht leicht bemerkbar sind. Sowohl die sichtbaren, als wie die nicht sichtbaren Katabothren müssen aber mit Drainagehöhlen in Verbindung stehen, durch welche das Wasser abgeleitet werden kann. Der Querschnitt derselben kann ganz unbedeutend sein, es schadet aber dem Principe keineswegs, ob die enge Kluft den Namen Höhle verdient oder nicht; sie wirkt ja wie diese als Drainagehöhle.

---

[1]) Im Mai 1893 bereits um $3^1/_2$ Meter.

Statistik der Ueberschwemmungen im Planinathale.

Die im vorigen Abschnitte angeführten Daten über die mannigfaltigen Veränderungen der Abflußverhältnisse, denen die Katabothrenseen unterworfen sind, dürften genügen, um darzuthun, daß ihre Hochstände durch die verschiedenartigsten Ursachen hervorgerufen werden können. Aber nicht nur der Abfluß, sondern auch der Zufluß ist nicht in directem Zusammenhange mit der Stauhöhe, denn es hängt dieselbe nicht von der Menge der Niederschläge allein ab, weil auch die Form und die Vertheilung derselben maßgebend dafür ist, ob ein Hochwasser eintritt oder nicht. Im Krainer Karste fürchtet die Bevölkerung nicht so sehr eine plötzliche Schneeschmelze durch Sirocco, als eine solche, die in Folge warmen Regens eintritt. Die Frühjahrsüberschwemmungen sind eben wegen des Schadens, den sie der Landwirthschaft zufügen, die gefürchtetsten, die Herbstüberschwemmungen schaden weniger, wenn sie ein-



Planinathal, nach einer Photographie von Schäber.

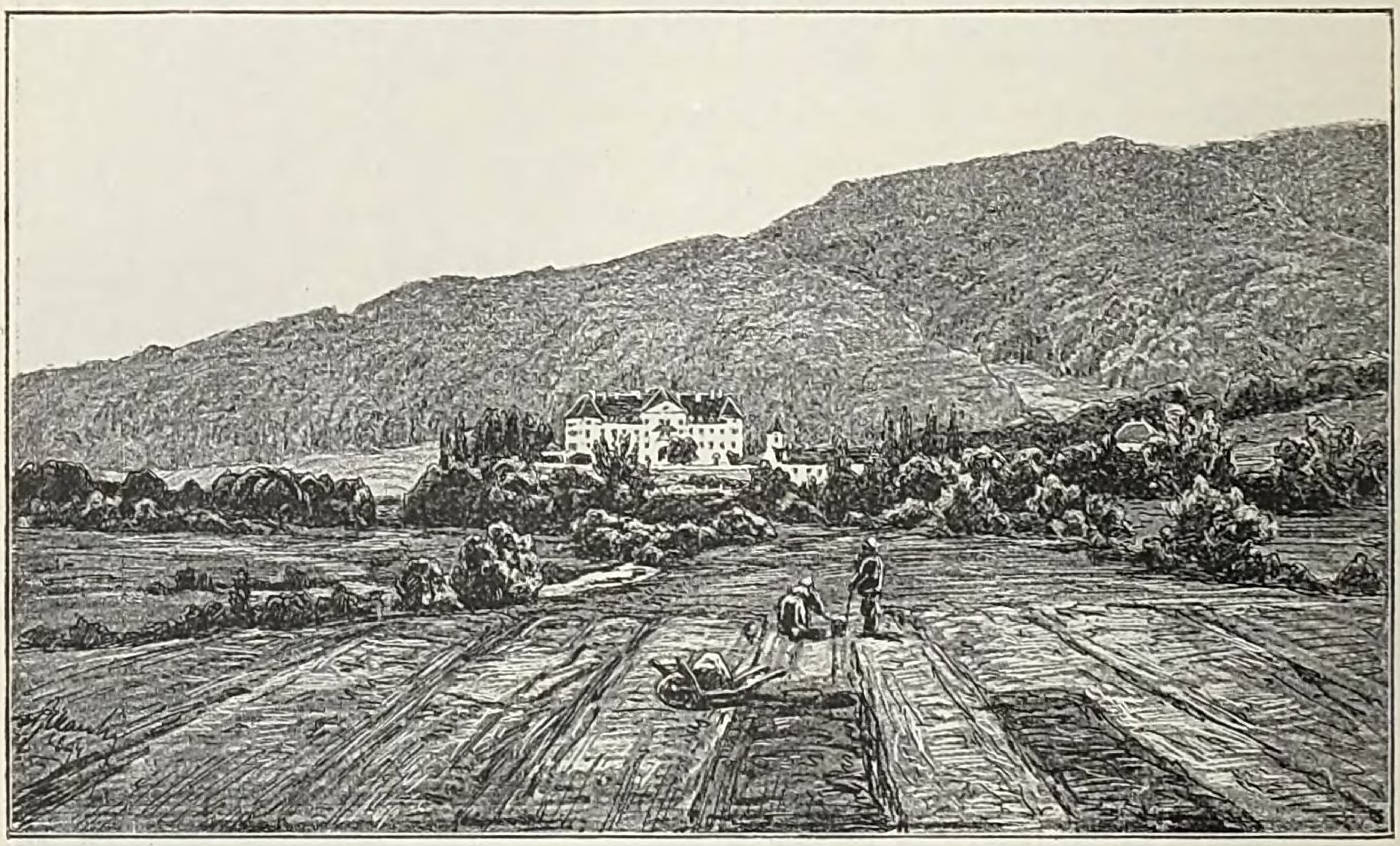
treten, nachdem die Heuernte eingebracht ist. Die Sommerüberschwemmungen sind selten und sind auch nicht von langer Dauer. Es kommen z. B. in Planina unter 27 Ueberschwemmungen nur 4 Sommerüberschwemmungen vor, dagegen 10 Frühjahrs- und 13 Herbstüberschwemmungen. Die Ueberschwemmungsjahre dieses Jahrhunderts vertheilen sich auf eine Periode von 91 Jahren. Vierundzwanzig davon sind Ueberschwemmungsjahre. Das Plus von drei Ueberschwemmungen entsteht dadurch, daß in einem Jahre wiederholt Ueberschwemmungen eingetreten sind; die Herbstüberschwemmungen, die bis zum nächsten Frühjahre angedauert haben, sind hierbei nicht doppelt gezählt und die unbedeutenderen sind gar nicht berücksichtigt.

Es gibt nasse (regenreiche) Jahre, in denen keinerlei Ueberschwemmung eintritt, weil sich die Niederschläge gut vertheilen, dagegen gibt es Jahre, in denen in Folge anhaltender Dürre Mißwachs entstand, die trotzdem zu den Ueberschwemmungsjahren gezählt werden müssen, weil die Niederschläge sich auf eine kurze Periode zusammen-

gedrängt hatten. Ueber alle diese Verhältnisse geben die Kovsza'schen Aufschreibungen Auskunft, und es liegt im Interesse der Wissenschaft, daß diese Datenreihe, mit Hinweglassung der den Gegenstand nicht direct berührenden localen und privaten Angelegenheiten publicirt werde.

1801. Im heurigen Jahre war die Ueberschwemmung so groß, daß das Wasser bis zur Kapelle der heutigen Straße reichte..... Im Mühlthale (einem Seitenaste des Planinathales) wurde großer Schaden angerichtet, da dieses Hochwasser den ganzen Winter über stehen blieb, und so fest gefror, daß man nach Laase über das Eis mit Pferden fahren konnte. In Folge dieser Ueberschwemmung wurde 1802 eine Nothstraße von Laase über Maunitz, und von da auf die Commerzialstraße beim Räubercommando erbaut.

1802 war wieder eine Ueberschwemmung, aber nur halb so bedeutend wie 1801. In Folge der wiederholten Ueberschwemmungen wurde die Erbauung der neuen Straße



Planinathal nach einer Photographie von Schäber.

über Loitsch, Gartscharieuz, Ober-Planina und über den Mačcouzberg (Katzenberg) nach Adelsberg beschlossen. NB. Der Bau dauerte drei Jahre.

1816. Das Jahr war sehr feucht, die Ernte war schlecht. Man befürchtet eine Hungersnoth für das nächste Jahr, weil die Ernte unzureichend war.

1817. Die schon im vorigen Jahre befürchtete Hungersnoth ist eingetroffen. In Friaul starben Menschen vor Hunger...... Der Winter war so milde, daß sich einige Schüler zu Pauli (25. Jänner 1817) im Freien badeten...... Weizen kostet fl. 7.— bis 8.—.

1818 war ein gesegnetes, fruchtbares Jahr. Der Weizen kostet fl. 2.—.

1820—1826 waren gute Erntejahre. Alles war wohlfeil.

1829—1830. Der Winter war ungemein schneereich und kalt. Der Schnee ging aber gut und zur rechten Zeit weg, und das Jahr war ein gesegnetes. (Das dürfte vom Jahre 1830 allein gelten.)

1832. Das Jahr war ein gutes zu nennen, obwohl noch zu Georgi (24. April) Ueberschwemmung auf den Oberplaninaer Krautäckern stand.

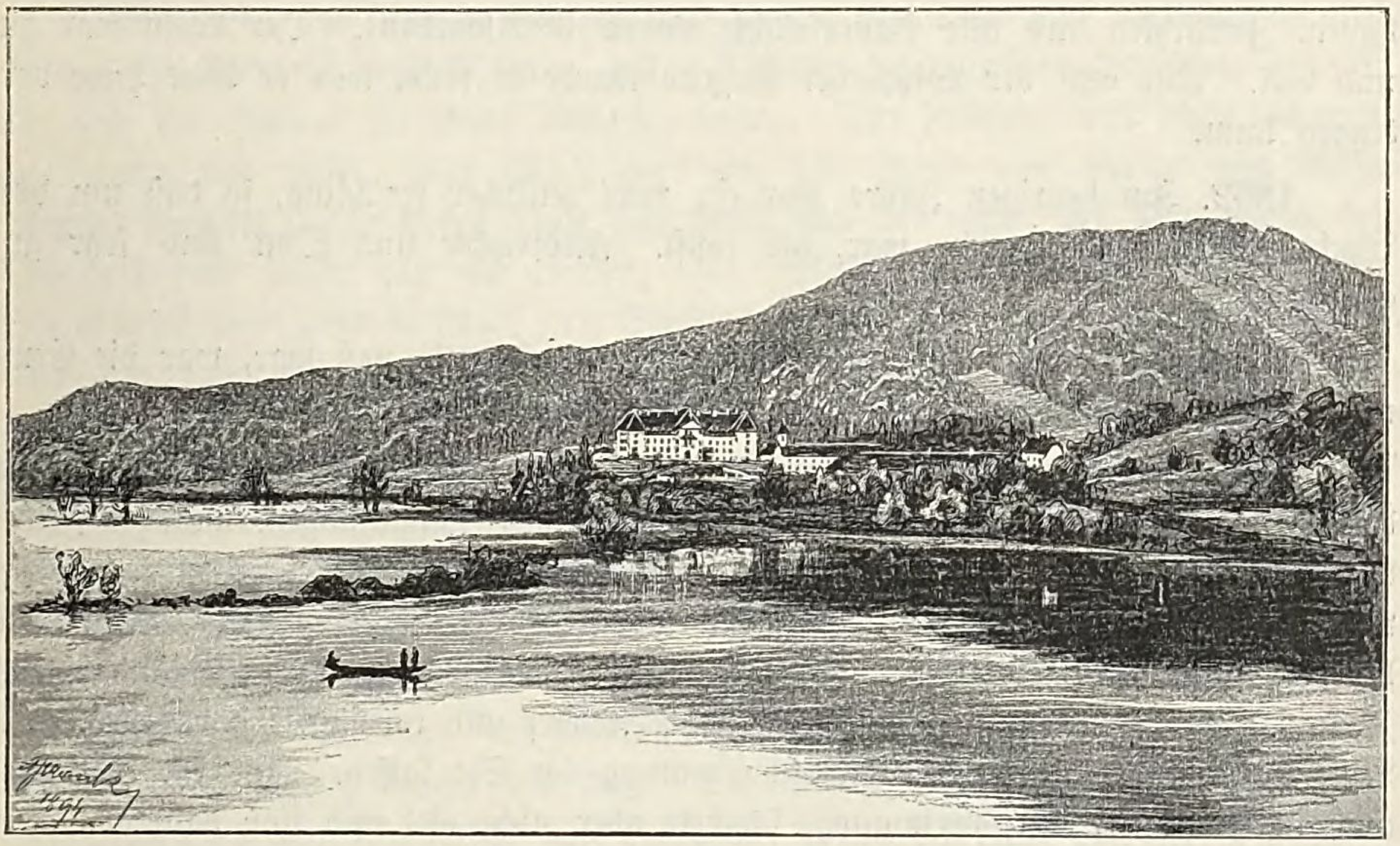
1834. Das Jahr war ein sehr trockenes. Der Wein war überall gut und sehr viel. Wegen Futtermangel mußte Vieh billig verkauft werden. Getreidesorten waren gut.

1838. Das heurige Jahr ist ein ziemlich trockenes. Der Wurmfraß ist wegen der Dürre umso heftiger. Der Wein ist nicht nur gut, sondern auch ziemlich viel. Es herrscht keine Theuerung.

1840. Der Frühling ist sehr trocken. Der Wurmfraß dauert fort. Den Beschädigten wird an Steuern etwas nachgelassen.

1841. Das Jahr ist nicht schlecht, nur der Wurmfraß verwüstet die Wiesen. Wein, Getreide und Erdäpfel sind gut gerathen.

1842. Dieses Jahr ist besser als das vorige, weil im Herbste eine Ueberschwemmung war.



Planinathal bei Hochwasser, nach einer Photographie von Schäber.

1844. In diesem Jahre ist Alles gut gerathen.

1845 war Ueberschwemmung bis zum 24. Juni 1845. Die Maikäfer gingen alle zu Grunde. Man hatte schon gefürchtet, das Thal werde zu einem See, wegen der langen Dauer der Ueberschwemmung.

1847. Das Jahr ist für Feldfrüchte, insbesondere aber für Obst, ein sehr gutes. Erdäpfel sind faulig. Der Wein ist gut und auch nicht zu wenig.

1851. ......es regnete von Michaeli bis Allerheiligen (29. September bis 1. November) so stark, daß eine Ueberschwemmung entstand, wie seit 1801 nicht mehr. Das Wasser stand bis zur St. Rochuskirche eine Spanne von der Friedhof-Escarpe. Dann kam eine grimmige Kälte, welche dickes Eis erzeugte, so daß die Leute von Laase Sonntags über das Eis zur Messe nach Planina gingen. Die Niveaulinie des Eises konnte man noch lange Zeit an den Bäumen erkennen, weil überall die Aeste abgebrochen waren, wo es angefroren war.

1858. Das war ein fruchtbares Jahr. Am 25. März war großer Schnee. Sechs Tage vor Allerheiligen (26. October) fiel wieder großer Schnee mit Bora. Zur Adventzeit (Ende November) wurde wieder das Vieh zur Weide getrieben, und der ganze Winter war sehr milde.

1859 war ein ausgezeichnetes Jahr. Es war mehr trocken als naß. Die Hitze war sehr stark. Wegen der Dürre ist kein Grummet im Herbste gewachsen.

1860. Dieses Jahr war sehr verschieden vom vorigen. Das Frühjahr kam spät, und im Allgemeinen war das Jahr mehr naß als trocken. Die Feldfrüchte waren weder gut, noch viel.

1861. Im Allgemeinen war das Jahr gut, und besonders im Frühling schön, doch den 7. Mai kam ein Schneefall, so daß die Postverbindung von Rakek über Zirknitz nach Stadt Laas (im Thale von Altenmarkt) unterbrochen war. Der Schnee schmolz innerhalb drei Tagen, und wir haben ein sehr gutes, fruchtbares Jahr gehabt. Haselnüsse waren so viel, daß kein Mensch sich erinnern konnte, je so viel gesehen zu haben. Zwetschken und alle Baumfrüchte waren in Abundanz. Der Wein war gut und viel. Nur aus der Wippacher Gegend wurde er trüb, weil er keine Hitze vertragen kann.

1862. Im heurigen Jahre war ein recht zeitlicher Frühling, so daß um drei Wochen Alles früher grün war, als sonst. Feldfrüchte und Obst sind sehr gut gerathen.

1863. Im heurigen Jahre, welches mehr trocken als naß war, war die Ernte nicht schlecht. Der Winter war auch nicht streng bis Ende December.

1864. Am Neujahrstage kam ein Ungewitter mit Bora und Schnee. Das dauerte drei Wochen. Der Schnee war ohne Regen weggegangen, und die Felder konnten früher als andere Jahre bestellt werden. Am 24. März (Assentirungstag) war der Schnee drei Fuß hoch. Im Juli kam großer Schauer (Hagel) und Sturm bei der Nacht über Adelsberg, Altendorf, über den Javornig auf Niederndorf (bei Zirknitz) und über den Zirknitzersee nach Oberseedorf und verwüstete dort Alles. Die Leute mußten ihr Heu wegen Ueberschwemmung im See lassen. Am 13. Juli war auch in Planina Ueberschwemmung, schadete aber nicht viel und floß bald ab. Der Wein war in Croatien, Unterkrain und Steiermark wegen frühzeitigem Reif unreif geerntet worden, und war sehr sauer. Der Wippacher aber war gut. Das Jahr war mehr naß als trocken.

1865. Heuer war ein strenger Winter mit viel Schnee, der ohne Regen abschmolz. Der Frühling war schön, der Sommer aber sehr heiß. Die Feldfrüchte sind unter dem zu lange gelegenen Schnee verfault. Im Herbste kam ein Reif und sengte den Buchweizen. Das Obst war bei uns schlecht gerathen. Der Wein war in Wippach sehr gut. Heu war wenig wegen zu großer Dürre. In Unterkrain war die Dürre außerordentlich, der Wein war dort gut, aber sehr wenig. Der Herbst 1865 war ohne Schnee, und das Vieh hat bis zur Adventzeit geweidet.

1866. Der Frühling war heuer sehr zeitlich. Im Herbste war ein kleines Erdbeben. Am 13. Februar hat es stark gedonnert, geblitzt und auch geschneit. Der Monat März zeichnete sich durch Regen aus, während zur selben Zeit im Jahre 1865 drei Schuh hoch Schnee lag. Am 21., 22. und 24. Mai war großer Reif, trotzdem war die Ernte im Allgemeinen gut. In Steiermark, Unterkrain und Croatien gab

es zwei Drittel mehr Wein als 1865. Am letzten December kam Schneegestöber mit großer Kälte.

1867. Der Jänner war bis 8. trocken und heiter, dann fing es an zu regnen und zu schneien bis zum 21. — Ende Jänner war unsere Ebene überschwemmt. Die Ueberschwemmung dauerte zwei Monate, was den Wiesen nützlich war. Am 25. Mai war großer Reif, der aber dem Obste nichts schadete. Am 28. Juli kam von Norden Hagel, nicht sehr dicht, aber so groß, daß fünf Körner ein Pfund wogen. Trotz alledem ist heuer ein gutes Jahr gewesen.

1868. Die erste Hälfte des Winters war schneereich und regnerisch, die zweite Hälfte aber war mild. Der Monat Februar war ohne Regen und Schnee. Im Mai war ziemliche Trockenheit, Juni und Juli waren mehr regnerisch. Der Winter war bei uns schneelos, während in Böhmen am 10. November der Postzug im Schnee stecken blieb. Der folgende Zug fuhr in den ersteren, wodurch 22 Mann Urlauber getödtet und 60 Mann verwundet wurden.

1869. Bei uns liegt im Jänner noch immer kein Schnee, es herrscht aber große Kälte. In Böhmen und Mähren soll die Kälte nach Zeitungsberichten am 22., 25. und 26. Jänner 25 Grad betragen haben. Der Februar war schön, schneelos und warm wie 1868. Der März war wie alle Jahre von Schnee und Wasser (Regen) begleitet. Die letzten Tage des April und die ersten des Mai waren kalt. Der Juli war mehr naß als trocken. Zu Jakobi (25. Juli) war es sehr warm. Der August war ziemlich schön, der September schön und warm. Auch der October blieb bis zum 17. schön. Am 17. und 18. October fiel 1 Schuh hoher Schnee. Am 27. wieder $1^1/_2$ Schuh. Am 11. November und am 3. December gab es wieder Schneefälle. In Steiermark mußte der Wein aus dem Schnee geerntet werden, hat aber trotzdem nicht viel verloren. Wippach hatte aber nur ein Drittel Ernte. Am 14. und 15. November war großer Sturmwind. Wegen des frühen Schneefalles konnte keine Streu eingebracht werden. (In Planina bedient man sich der Waldstreu. Röhricht wie in Zirknitz gibt es in Planina nicht.)

1870. Der Mai und der Anfang des Juni waren sehr trocken. Ende Juli und der ganze August waren sehr naß. Es verdarb viel Getreide auf den Feldern. Der September war sehr schön. Die Wippacher Weine sind sehr gut und viel, Heidenschaft hat jedoch unter Hagel gelitten. Im October war durch acht Tage Ueberschwemmung. Am 21. October begann Regen. Der 2. November war stürmisch. Die Bora hat viel Schaden gemacht.

1871. Am 12. Februar entstand eine fürchterliche Kälte. Sie betrug hier $11^1/_2$ Grad, in Wien 15, in Prag 23, in München 26, in Rußland über 30 Grad, und dauerte bei uns vier Tage. Das heurige Jahr ist ein spätes und ein Mißjahr. Die Maulbeerbäume sind erst Anfangs Juni grün geworden. Am 30. Juli war so bedeutender Hagel über Maunitz hin wie 1837. Im Spätherbst war große Ueberschwemmung, die bis zur Fastenzeit gedauert hat. Das Wasser kam bis zur Harpfe[1]) vom Hause Nr. 90. Wegen des Mißjahres wurden von der Landesregierung Gerste und Bohnen an die Armen vertheilt.

1872. Das Thal wurde heuer dreimal überschwemmt. Das Jahr ist sehr naß. Im September kam dazu noch ein Schneefall. Später war gutes Wetter. Die Herbstüberschwemmung von 1871 dauerte bis zum nächsten Frühjahr.

[1]) Holzgestelle zum Trocknen der Garben.

1873. Der Winter war sehr gelinde. Die Bachstelzen sind noch im December hier gewesen. Es war wenig Schnee. Eine kleine Herbstüberschwemmung war nicht bedeutend. Die Ernte war schlecht, nur Obst war viel.

1874. Der heurige Winter war wieder gelinde. Die Ernte war spät und gering. Martini (11. November), der Losungstag, war recht schön. Am 12. November hat es stark geschneit. Der Schnee blieb bis Weihnachten, dann kam Thauwetter, das den Schnee schmolz, und darauf so große Kälte, daß die Erde zwei Schuh tief gefroren war.

1875. Die Kälte hielt an bis Ende März. Im Frühling waren mehrmals kleine Ueberschwemmungen. Durch das späte Frühjahr war Futtermangel und das Hornvieh sank im Preise. Die Ernte an Feldfrüchten war reich, insbesondere die Zwetschken geriethen so gut, daß der Centner gedörrt nur fl. 3·50 kostete. Wein ist überall gut gerathen.

1876. Der Jänner war trocken, der Wasserstand sehr klein. Am 5. Februar schneite es stark, zu Mittag donnerte es sogar. Es blieb kalt und schneite bis 11. Februar. Im Birnbaumerwald liegt der Schnee 15 Schuh hoch. Am 14. trat Thauwetter ein. Der Schnee schmolz binnen acht Tagen ohne Regen. Am 19. März fiel wieder Schnee. Am 21. mußte die Straße geschaufelt werden und am 22. froren die Fensterscheiben. Am 25. März kam Hochwasser. Erst am 11. April konnte man wieder nach Haasberg auf der Straße gehen. Am 14. April fiel wieder zwei Schuh hoher Schnee. Vom 16. an regnete es und das Hochwasser stieg wieder. Die Haasberger Straße ist wieder gesperrt. Am 28. April war Reif. Der Mai war kalt, regnerisch und hatte kaum fünf schöne, warme Tage. Am 22. Juni wurde die Haasberger Straße wieder frei. In Zirknitz fiel das Wasser früher als in Planina (um vier Tage), was sonst nicht der Fall ist. Am 23. Juni regnete es und die Ueberschwemmung stieg abermals. Am 12. Juli war das Wasser wieder im Flußbette der Unz. Am 17. Juli konnte in der Ebene geackert werden. Am 25. August wurde das Thal binnen zwölf Stunden für acht Tage zum fünften Male überschwemmt. Der October war vom 1. bis 20. ohne Regen. Der Winter war mild, man weidete noch im November. Am 22. December war eine kleine Ueberschwemmung, die aber nur drei Tage dauerte, weil mittlerweile die Sauglöcher gereinigt worden sind.

1877. Der Anfang des Jänner war mild, das Ende frostig mit Schnee. Der Wasserstand im Februar war klein. Vom 5. bis 8. März fiel zwei Schuh hoher Schnee. Darnach durch drei Tage Ueberschwemmung. Am 9. April war Erdbeben. Der Unzfluß hat wieder sein Bett erreicht. In Zirknitz ist die Insel am selben Tage erschienen. Nach dem Georgimarkte (24. April) fiel Regen und trat das Wasser wieder aus. Obst ist heuer keines, Heu mittelmäßig, Grummet viel. Im Juli und August haben Pionniere die Sauglöcher gereinigt.

1878. Die heurige Ueberschwemmung ist nicht so groß als 1876, sie ist aber deshalb merkwürdig, weil sie dreimal fiel und immer wieder stieg. Zum Andreastage (10. November) war der höchste Stand. Zu Weihnachten war auch das Wasser zugefroren. Der große Schneefall hat auch zur Ueberschwemmung beigetragen. Im ganzen Jahre waren kaum 60 schöne Tage. Die Ernte war übrigens nicht schlecht. Zwetschken waren besonders gut und viel. Der Wein ist in Ungarn so gerathen, daß Mangel an Gebinden eintrat.

1879. Die Ueberschwemmung dauerte vom 24. September 1878 bis 19. März 1879. Auch in Ungarn war großes Wasser und ging die Stadt Szegedin zu Grunde. Bleiberg wurde durch eine Lawine verschüttet. Am 12. Februar war ein großes Erdbeben; die letzten Februartage brachten starke Stürme. Der Juni war volle drei Wochen ohne Regen. Am 16. October kam Schnee. Der December war so kalt wie seit 1785 nicht mehr.

1880. Auf den 9. November fällt das große Erdbeben von Agram. Der Winter war sehr kalt, der Frühling naß. Am 19. November kam ein Wolkenbruch, was die Ursache war, daß die Straße überschwemmt wurde. Am 5. December wurde eine Leiche per Schiff zur Kirche aus Haasberg gebracht.

1881. Am 4. Februar wurde ein Erdbeben verspürt. In der Fastenzeit war es durch fünf Wochen regnerisch und kalt. Zugleich war eine kleine Ueberschwemmung. Zu Georgi (24. April) war noch nichts grün, und am Markustage (25. April) war Reif. Am 30. Mai flog erst der erste Bienenschwarm aus. Der Juni war schön. Die Dürre im Sommer ist groß und herrscht an vielen Orten Wassermangel. Der Winter war sehr trocken und ohne Schnee.

1882. Wegen des trockenen Winters mußten die Stremitzer das Wasser aus Planina holen. (Eine Ortschaft Stremitz kommt im Ortsrepertorium von Krain nicht vor.) Das Frühjahr stellte sich zeitlich ein, jedoch die seit drei Jahren grassirende Heuschreckenplage hat die Ernte vernichtet. Der September war sehr regnerisch und ist das Grummet verfault. Obst ist gut gerathen. Am 17. Juli war starkes Erdbeben. In der ersten Hälfte des September hörte man von großen Ueberschwemmungen in Italien, Südtirol und Kärnten. Im Zirknitzersee haben die Leute ihre Ernte gut hereingebracht. Der Zirknitzersee ist heuer groß und in Planina blieb das Wasser klein bis zum Wolkenbruche am 11. December, in Folge dessen eine Ueberschwemmung eintrat, die bis zum 5. Jänner 1883 dauerte.

1883. Die Ueberschwemmung hörte am 5. Jänner auf. Der Jänner war leidlich. Im Februar war die zweite Hälfte schön, der März durchaus kalt und trocken, der April aber ziemlich naß und kalt. Die Monate August und September waren dem Weine sehr günstig, der viel besser wurde als 1882, wo er in Wippach und Istrien sauer und wässerig war. Der Herbst war schön. Im November war eine kleine Ueberschwemmung. Im Winter hatten wir wenig Schnee.

1884. Die Buche grünte schon am 12. April. Der Juni war ziemlich naß. Im Juli war es vom 11. bis 20. enorm heiß, 30 Grad im Schatten. Der September war sehr schön. Im Juni war auch eine Ueberschwemmung, die das Heu verunreinigte. Der 3. December brachte Schnee und Kälte.

1885. Im Jänner war großer Schnee und Kälte, so daß am 15. ein Trentschiner Glashändler auf der Maunitzer Straße erfroren gefunden wurde. Vom 15. August an regnete es fort und fort. Nach dem 15. September waren 12 Tage schön. Das Heu war gut, aber Grummet ist viel verfault. Zu Michaeli (29. September) war starker Südwind, der viele Bäume entwurzelte.

1886. Im Jänner war so starker Schnee, daß eine Anzahl Wagen in Planina bleiben mußte. Am 1. Februar war in Idria ein Unwetter. Der Blitz schlug in die St. Antonskirche, die abbrannte. Am 14. Mai riß der Sturm das Kreuz vom Thurme der Kirche auf dem Planinaberge herab und wurde in den Wäldern viel

Schaden angerichtet. Am 6. Mai regnete und stürmte es bei Donner und Blitz, in den Bergen fiel Schnee. Die zweite Hälfte des Mai war trocken. Vom 17. bis 20. Juni war Ueberschwemmung in Folge der anhaltenden Regen, die Heuernte konnte aber doch später eingebracht werden. Obst war heuer so viel wie 1847. Im December fiel so viel Schnee, daß die Lottocollectur die Nummern nicht nach Triest senden konnte und das Geld zurückgeben mußte.

1887. Am 19. März fiel drei Schuh hoher Schnee, nach demselben gab es eine Ueberschwemmung. In Galizien hat es nach Zeitungsberichten noch im Mai Schlittenbahn gegeben. Im Sommer war die Hitze sehr groß, bis zu 36 Grad. Unter der Dürre litten besonders Istrien und das Wippacher Thal. Im October kamen zwei Schneefälle und darauf Regen, wodurch eine Ueberschwemmung entstand. Am 6. December wurde die Haasberger Straße wieder passirbar. Darauf kam Schnee und große Kälte.

1888. Am 19. März war großer Schneefall wie 1809. Im Juli vorigen Jahres war es sehr heiß, heuer ist es aber regnerisch. August und September waren schön.

Daten aus anderen Quellen.

1880 stand das Wasser $^3/_4$ Meter hoch in den Häusern von Unter-Seedorf im Zirknitzerthale, was fünf Wochen dauerte. (Hauer, „Bericht über die Wasserverhältnisse in den Kesselthälern von Krain".)

1888. Im October war eine starke Ueberschwemmung in Folge andauernder Wolkenbrüche. Die Unz trat am 3. October aus den Ufern und das Thal blieb bis 25. October überschwemmt. Gleichzeitig stand auch der Laibacher Morast unter Wasser. Dort dauerte die Ueberschwemmung nur vom 5. bis 15. October. (Kraus: „Die Ursachen der Morastüberschwemmung im October 1888".)

1890. Die Unz trat im Frühjahr aus den Ufern, erreichte jedoch das Niveau der Haasberger Straße nicht. (Postprotokoll von Planina.)

1890. Im Spätsommer und im Herbste herrschte in St. Peter in Innerkrain Wasserarmuth bereits durch $3^1/_2$ Monate. Der Rekafluß trocknete bis auf einige Tümpel aus. Der Oberch bei Laas versiegte gänzlich, desgleichen der Oberlauf der Poik. Trotzdem führen die Aurefinaquellen und der Timavo noch Wasser. („Neue Freie Presse" vom 20. October 1890.)

1890. Der October war am ganzen Karste so regenlos, daß Mangel an Trinkwasser eintrat, und dasselbe an manchen Orten von weit her zugeführt werden mußte. Der Poikfluß trocknete bei Adelsberg fast ganz aus, wodurch die Erforschung des unterirdischen Laufes so sehr begünstigt wurde, daß dessen Erforschung bis zur Ottoker Grotte möglich wurde. (Privatbrief aus Adelsberg.)

1890. Am 24. October fuhr Verfasser selbst von der Adelsberger zur Ottoker Grotte. Die Poik war fast ganz ausgetrocknet, und das Boot konnte nur auf den zurückgebliebenen tiefen Tümpeln benützt werden. Der Wasserstand war noch niedriger als bei den vorhergegangenen drei Fahrten. Bald darauf machte Regen dem Wassermangel ein Ende. Ueberschwemmungen gab es dieses Jahr nirgends am ganzen Karst.

1891. Die Unz trat dreimal aus, u. zw. am 29. April, 10. Mai und 14. November. Vom 24. bis 30. November war die Haasberger Straße unter Wasser. (Postprotokoll von Planina.)

1892. Vom 24. April bis 16. Mai war die Haasberger Straße unter Wasser, und mußte die Post nach Rakeck auf anderem Wege befördert werden. Das Maximum trat am 2. Mai ein und betrug 79 Centimeter über dem Straßenniveau. Die Hotenka spie sehr viel Wasser. Diese Ueberschwemmung hat darum viel Schaden gemacht, weil die meisten Grundbesitzer ihre Saaten erneuern mußten. (Postprotokoll und Privatbrief aus Planina.)

Die Intervalle zwischen den Ueberschwemmungsjahren betragen daher:

1801 bis 1802	=	1 Jahr	1877 „ 1878	=	1 Jahr
1802 „ 1832	=	30 Jahre	1878 „ 1880	=	2 Jahre
1832 „ 1842	=	10 „	1880 „ 1881	=	1 Jahr
1842 „ 1845	=	3 „	1881 „ 1882	=	1 „
1845 „ 1851	=	6 „	1882 „ 1883	=	1 „
1851 „ 1864	=	13 „	1883 „ 1884	=	1 „
1864 „ 1867	=	3 „	1884 „ 1886	=	2 Jahre
1867 „ 1870	=	3 „	1886 „ 1887	=	1 Jahr
1870 „ 1871	=	1 Jahr	1887 „ 1888	=	1 „
1871 „ 1875	=	4 Jahre	**1888** „ 1891	=	3 Jahre
1875 „ 1876	=	1 Jahr	1891 „ 1892	=	1 Jahr
1876 „ 1877	=	1 „			

Die bedeutendsten davon fallen auf die Jahre: 1801, 1851, 1864, 1867, 1876 und 1888, mit Intervallen von 50, 13, 3, 9 und 12 Jahren. Dies ergäbe 5 Hochwässerintervalle in einer Periode von 87 Jahren, oder 6 große Hochwässer in derselben Zeit. Der Durchschnitt der Intervalle ergibt 17·4 Jahre. Man darf aber daraus durchaus nicht folgern, daß darum eine regelmäßige Periodicität bestehe, und daß alle 17·4 Jahre ein größeres Hochwasser eintreten müsse. Es muß im Gegentheile betont werden, daß diese Perioden höchst ungleich sind, und daß die bedeutenden Hochwässer in Planina mit keiner jener Theorien in Einklang gebracht werden können, welche die Schwankungen der Wasserstände durch regelmäßig wiederkehrende kosmische oder meteorologische Einflüsse zu erklären, und dafür eine gesetzmäßige Basis zu schaffen versuchen.

VIII. Capitel.

III. Classe: Künstliche Höhlen und bewohnte Höhlen.

Wohl die größte Mannigfaltigkeit herrscht bei den künstlichen Höhlen, die zu verschiedenartigen Zwecken sowohl aus weichem, wie aus hartem Material ausgegraben worden sind, oder die mit Benützung bereits bestehender Hohlräume für menschliche Zwecke brauchbar gemacht worden sind. In letzterer Hinsicht kommen auch noch unverändert gebliebene natürliche Höhlen dazu, welche den Menschen entweder vorübergehend oder dauernd als Wohnstätten gedient haben oder von ihnen als Aufbewahrungsorte, als Grabstätten oder sonstwie verwendet worden sind. Will man eine Classification vornehmen, so kann man sie in drei Gruppen scheiden, u. zw.:

A. In natürliche Höhlen, die menschlichen Zwecken gedient haben oder noch dienen;

B. in natürliche Höhlen, die später umgeformt oder erweitert worden sind, und

C. in künstlich geschaffene Höhlen, und höhlenartige Hohlräume.

Man könnte auch eine Eintheilung je nach ihrer Verwendungsart versuchen, allein schon die vorstehende Dreitheilung ist schwer abzugrenzen, und bezüglich der Verwendung kämen in jede Gruppe Höhlen der vorgenannten drei Kategorien. Obige Eintheilung repräsentirt daher jedenfalls die wesentlichsten Differenzen, wenn man den allgemeinen Standpunkt und nicht blos den anthropologischen festhalten will.

A. Natürliche Höhlen, die menschlichen Zwecken gedient haben oder noch dienen.

Nachdem Höhlen sehr geeignete Zufluchtsorte gegen die Unbilden der Witterung sind, so dürfte dies zur Annahme führen, daß der Mensch sie schon bald nach seinem Auftreten aufgesucht hat. Damals befanden sich aber die größeren und geeigneteren Höhlen noch im Besitze der Raubthiere, welche seither ausgestorben oder nach höheren Breiten ausgewandert sind. Bevor es nicht gelang, die mächtigen Bären und Tiger (Feliden) mit Erfolg zu bekämpfen, konnten derlei Höhlen nicht zum Aufenthalte gewählt werden. Dafür boten vorspringende Felswände den gleichen Schutz, ohne Gefahr, mit einer ganzen Bärenfamilie den Kampf aufnehmen zu müssen. Die Anthropologen haben daher derartigen natürlichen Felsdächern ein besonderes

Augenmerk geschenkt, und ihre Forschungen sind auch durch Funde reich belohnt worden. Die Franzosen nennen diese Unterstandsorte „abris sous roche". Das Felsdach von Bruniquel, welches Emile de Cartailhac in seinem Werke: „La France préhistorique" (Paris 1889) „Grotte des Forges" nennt, wird in der Literatur vielfach citirt.

Als der Mensch im Stande war, die Raubthiere besser zu bekämpfen, mag er sie aus den Höhlen vertrieben und einige Arten ganz ausgerottet haben. Besonders der mächtige Höhlenbär scheint wegen seines wohlschmeckenden Fleisches und seines Felles vorzüglich gejagt worden zu sein. Fraas berichtet, daß im hohlen Stein Tausende von Bärenknochen gefunden worden sind, welche Spuren zeigten, daß aus ihnen das Mark ausgesogen worden ist. Diese Spuren bestehen in Löchern, die (nach Fraas) mit Hilfe der in den Unterkiefern der Bärenschädel steckenden mächtigen Eckzähne geschlagen worden sind. Desgleichen wies v. Hochstetter nach, daß die einstigen Bewohner der Lettenmayer-Höhle bei Kremsmünster in Oberösterreich[1]) dort Bären verspeist haben, was aus gespaltenen Knochen, von denen viele auch angebrannt sind, hervorgeht. Szombathy machte gelegentlich eines Vortrages über diese Funde besonders darauf aufmerksam, daß die nächst den Feuerstellen gefundenen Knochen zumeist von ganz jungen Thieren herrühren, deren Fleisch wohl schmackhafter befunden worden sein mag, und er nannte diese jungen Bären scherzweise „Spanbären", weil man auch junge Ferkel „Spanferkel" in Oesterreich zu nennen pflegt. Vor Hochstetter und Szombathy hatte schon Ehrlich Bärenschädel in der Lettenmayer-Höhle ausgegraben, die er „Höhle am Steinbruch" nannte. Er erwähnt ausdrücklich, daß sich je ein vollständiger Bärenschädel aus dieser Höhle im Besitze des k. k. Hof-Mineralien-Cabinetes in Wien, des vaterländischen Museums in Linz und der Sammlungen des Stiftes Kremsmünster befinde.[2]) Die Entdeckung der Feuerstellen erfolgte jedoch erst durch Hochstetter.

Die Frage, ob die Höhlen zur Urzeit überhaupt dauernd von Menschen bewohnt waren, ist noch nicht endgiltig gelöst. Die Mehrheit der Forscher behauptet, daß Höhlen nur vorübergehende Aufenthaltsorte der alten Jägervölker waren, und motivirt dies mit vielen Gründen, deren Aufzählung hier zu weit führen würde. Auch von der späteren Zeit hat man Beweise, daß Höhlen als Bergeplätze für das Eigenthum oder als Zufluchtsorte für Menschen in Kriegszeiten benutzt worden sind, ohne daß sie deshalb als ordentliche Wohnstätten betrachtet werden können oder dürfen.

Hierzu gehören die vielen sogenannten Türkenluken oder Türkenlöcher in Niederösterreich und einige Taborhöhlen in Krain, die unverändert geblieben sind. Viele von diesen Zufluchtshöhlen sind aber zum Behufe der besseren Vertheidigung mit Mauern am Eingange versehen oder sonstwie adaptirt worden, und gehören daher nicht mehr hierher.

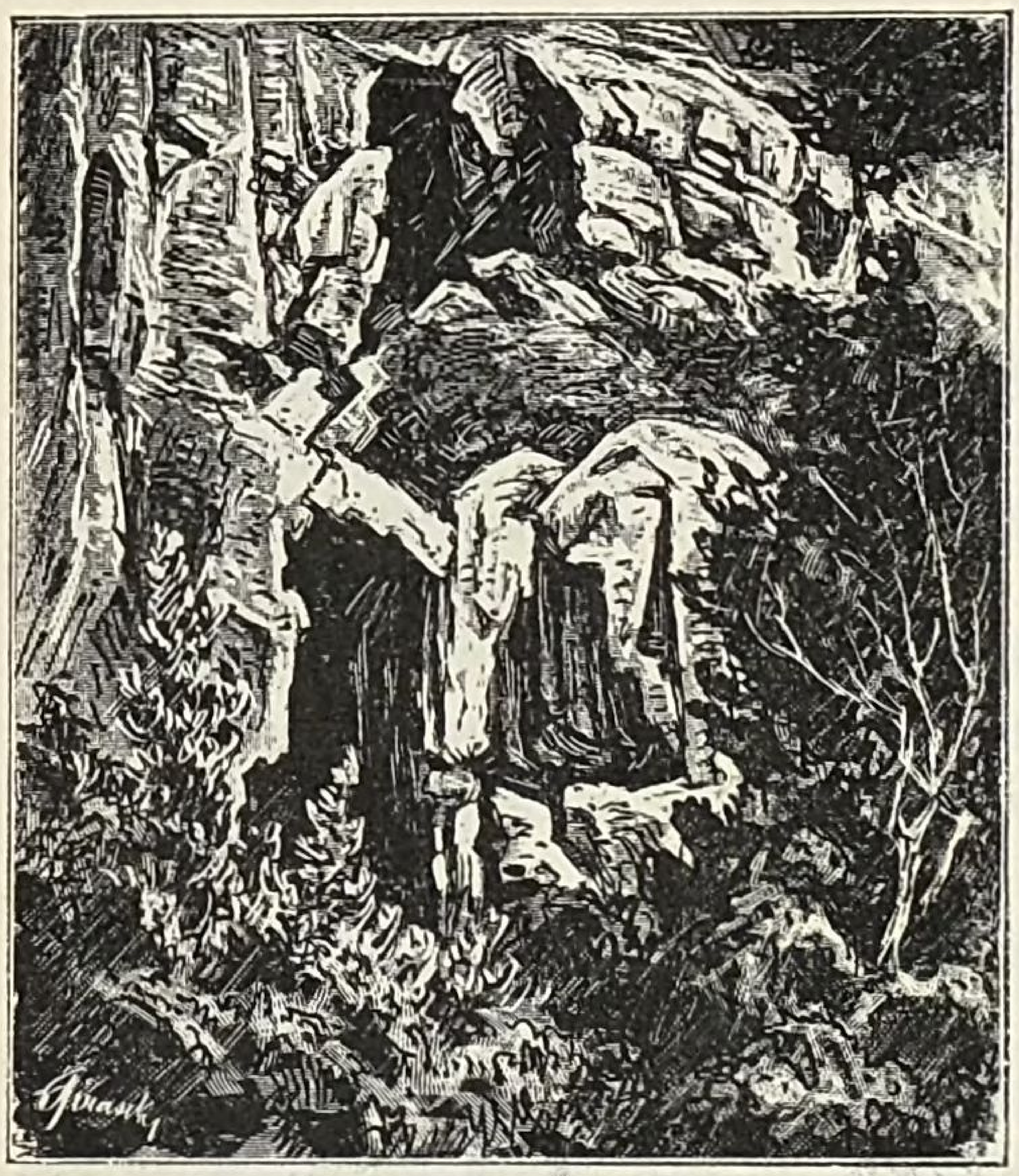
Nicht umgewandelte Höhlen werden übrigens heute noch von wilden Völkerschaften bewohnt. Hellwald bringt in seinem Buche: „Haus und Hof" (Leipzig 1888), S. 10, eine Abbildung einer Buschmannshöhle, und S. 11 jene der Höhlenwohnung eines Australnegers. Auch in Amerika waren einst viele Höhlen bewohnt, jedoch nur

[1]) Ferdinand v. Hochstetter, in den „Sitzungsberichten der mathematisch-naturwissenschaftlichen Classe der k. k. Akademie der Wissenschaften, Wien 1882, 85. Band, 1. Abth., Februarheft, nebst Plan, aufgenommen von Josef Szombathy.

[2]) Carl Ehrlich: „Ueber die nordöstlichen Alpen", Linz 1850, in 8°, S. 10.

die wenigsten davon sind im ursprünglichen Zustande geblieben, und es werden daher diese sogenannten „Cliff lodges“ unter den umgewandelten Höhlen zusammengefaßt werden.

Von den natürlichen Grabhöhlen sind einige in ihrem Urzustande belassen worden, viele davon aber wurden erweitert oder mindestens mit einem Verschlusse versehen. Ob die von Pater Gottfried Zumoffen ausgebeuteten Höhlen im Libanon[1]) Grabhöhlen waren oder nicht, ist aus dem Berichte nicht genau zu entnehmen. Die Ausgrabungen lieferten an Zahl ziemlich bedeutende Mengen, das gewonnene Material besteht jedoch fast ausschließlich aus Thierknochen. Menschenknochen und Artefacte waren nur in verhältnißmäßig geringer Anzahl vertreten. Ganze Skelette wurden nicht gefunden, was übrigens nichts beweist, weil bekanntlich die alten Grabhöhlen häufig geplündert worden sind.[2])



Buschmannhöhle nach Hellwald.

Ueber eine minder bekannte Grabhöhle im wüsten Arabien, die nicht künstlich umgewandelt zu sein scheint, enthalten die Sitzungsberichte der kaiserl. Akademie der Wissenschaften (philosophisch-naturwissenschaftliche Classe, Wien 1851, Jännerheft, S. 7) eine kurze Notiz in dem Aufsatze: „Des Scheichs ‘Abd-ol-Ghanîj-in-Nabolsi Reisen im wüsten Arabien“, welche lautet: „Dann zogen wir am folgenden Tage über steinigen Grund bei großer Hitze, bis wir vor Sonnenuntergang Meghâir Schu’ aib, welchen Ort die Araber „Bed’“ nennen, erreichten, welches die zwölfte Station der ägyptischen Pilgerkarawanen ist; daselbst ist herrliches Wasser. Meghâir Schu’ aib, das ist: die Höhlen Jethro’s, ist der Ort genannt, weil es heißt, daß der Prophet Schu’ aib in diesen Höhlen Gott angebetet habe. In einer dieser Höhlen ist eine ebene, große Platte, auf der Schu’ aib gebetet haben soll. Man erzählte mir, daß ein Mann einmal einen duftigen Geruch verspürte und denselben bis in die Höhle verfolgte; da fand er im Innern der Höhle den Leichnam eines Mannes auf einer Bahre in weißen Todtenlaken, und von diesem ging der Geruch aus.“

Hierzu bemerkt A. v. Kremer (S. 2), daß auf der Berghaus’schen Karte von Arabien ein Ort „Beden“ verzeichnet sei, nach Rüppel als Bezeichnung der Höhlen

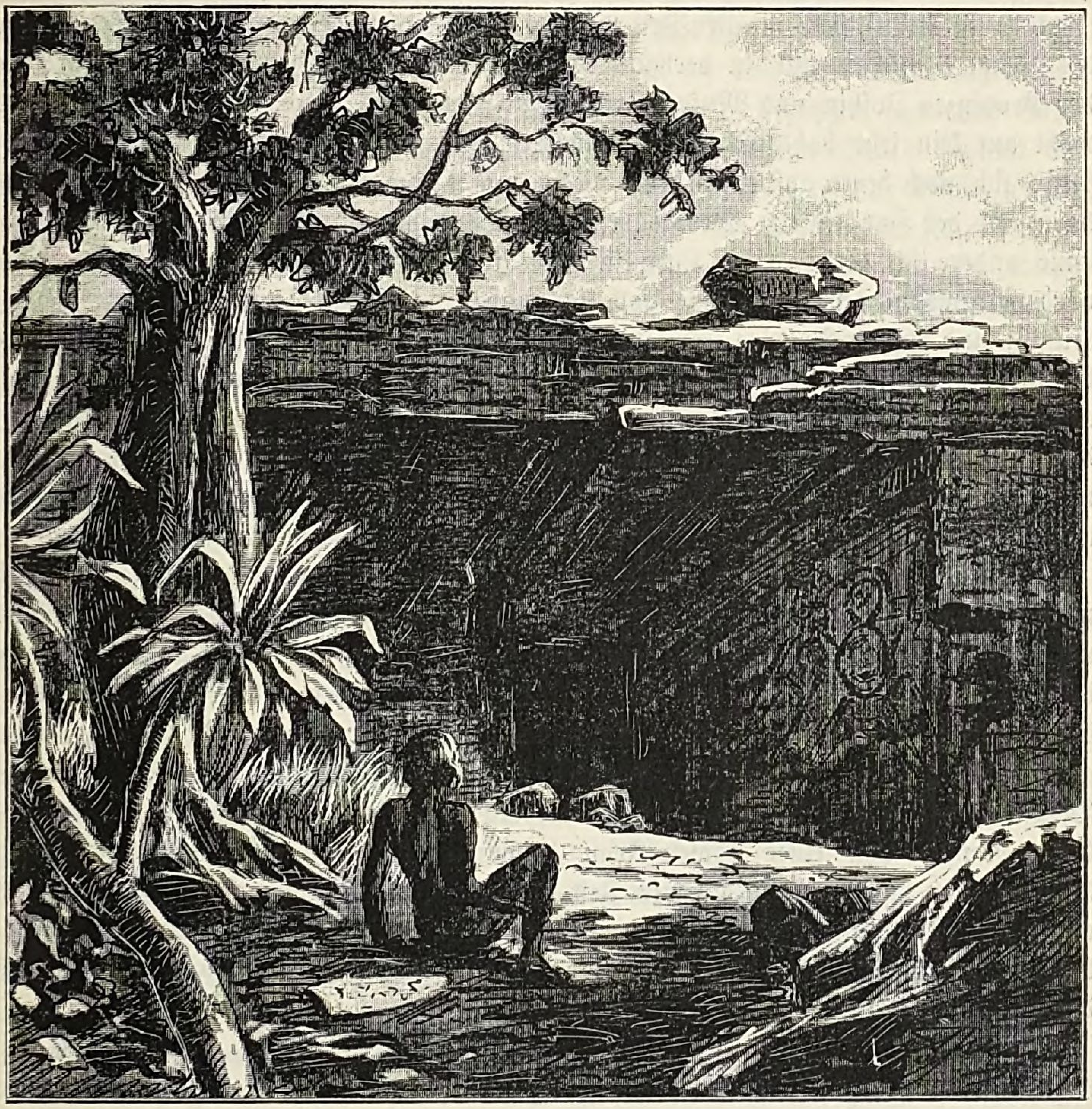
---

1) „Pater Gottfried Zumoffen’s Höhlenfunde im Libanon“, von Professor Dr. K. von Fritsch, in den „Abhandlungen der naturforschenden Gesellschaft zu Halle“, 19. Band, Halle 1893. Auch als Separatabdruck erschienen.

2) Siehe auch: Professor Dr. Oscar Fraas: „Ueber die Höhlen im Libanon“, im 34. Jahrgang des „Jahresberichtes des Vereines für vaterländische Naturkunde in Württemberg“, Stuttgart 1878, 3. Heft; ferner desselben Verfassers: „Drei Monate im Libanon“, Stuttgart 1876, mit reichen Literaturangaben.

Jethro's, Meghâir Schu' aib. Die richtige Aussprache wäre jedoch „Beda'". Die vom Scheich (S. 3) mitgetheilte Ueberlieferung von den in den Grabhöhlen gefundenen Mumien läßt mit Sicherheit eine der vielen nabatäischen Niederlassungen erkennen, von deren Reichthum und hoher Blüthe die Ruinen von Petra Zeugniß geben.

Ueber die bereits bei den ursprünglichen Höhlen erwähnten Höhlenwohnungen im Vulkan Elgon (im Nordosten des Victoria Nyanza unter 1° nördlicher Breite in Afrika) hat sich eine Streitfrage erhoben, indem J. Thomson („Durch Massai-



Australneger-Höhle nach Hellwald.

Land", Leipzig 1885, S. 45) berichtete, daß diese Höhlen künstlich ausgehauen seien. Er erwähnt aber, daß die Höhlen von den derzeitigen Bewohnern nicht gemacht worden sein können, weil diese auf einer viel zu niedrigen Culturstufe stehen, um so bedeutende Werke zu schaffen. Er schreibt sie daher den alten Aegyptern zu. (Die Bewohner selbst sagen, die Höhlen seien Gottes Werk.) Dr. Carl Peters („Die deutsche Emin Pascha-Expedition", München 1891, S. 403) gibt dieselbe Erklärung, hat aber die Höhlen, wie er gesteht, nicht selbst besucht. — Schließlich kommt noch ein anonymer Bericht in den „Times" (wahrscheinlich von Ernest Gedge) von einem Ersteiger des 4299 Meter hohen ausgebrannten Vulkans. Der Verfasser dieses

Berichtes sagt, daß die Höhlen natürliche alte Blaslöcher des Vulkans seien. Ihre Tiefe beträgt nach Thomson 100 Meter und darüber. Der Berg ist von bedeutendem Umfange, sein Krater allein mißt 13 Kilometer im Durchmesser bei einer Tiefe von 450 bis 600 Meter. Die erste Höhle liegt auf einer Höhe von 2300 Meter. Die Wilden scheinen, wenn sich die letzte Annahme bestätigt, mit ihrer Definition das Richtige getroffen zu haben.[1])

Auch Japan hat seine zur prähistorischen Zeit bewohnt gewesenen Höhlen.[2]) Harry von Siebold sagt darüber in seinen: „Notes on Japanese Archeology“ (Yokohama 1879), daß zu alter Zeit wahrscheinlich wegen der außerordentlichen Milde des Klima's Höhlen nur in verhältnißmäßig geringer Zahl bewohnt wurden. Jene der Provinzen Joshiu und Musashi werden in Japan als Aïno-Höhlen bezeichnet, was wohl auf kein sehr hohes Alter der Fundstücke schließen läßt, nachdem die Aïno's auf Yesso sich noch heute auf einem weit niedrigeren Culturstande befinden als ihre Nachbarn auf der Hauptinsel. Siebold erwähnt eine Höhle am Bergpasse von Usui-Toge. Eine andere in der Provinz Katsutsa soll groß und vielfach verzweigt sein. Eine vordem bewohnt gewesene Höhle soll sich nahe am Berge Tsukuba in der Provinz Hitashi und in der Provinz Kawashi sollen sich längs des Flusses Atori deren mehrere befinden. Höhlen gibt es auch beim Hafen Matsushima in der Provinz Sendai, und ebenso in der Provinz Echigo nächst Nigata an den Abhängen von Hügeln und auf den benachbarten kleinen Inseln längs der Küste derselben. Welche davon bewohnt waren, wird nicht angegeben. Diese Höhlen sind natürliche, die nur deshalb hier angeführt werden mußten, weil sie zeitweise als menschliche Wohnstätten gedient haben.

Einige natürliche Höhlen dienten frommen Einsiedlern als Wohnstätten, die sich mit einem Lager aus zusammengetragenen Steinen begnügten, welches sie mit Moos nothdürftig überdeckten. Diese Anachoreten haben Ebers den Stoff zu einem seiner besten Werke (Homo sum) geliefert. Die Einsiedler haben selten wesentliche Veränderungen in den Höhlen bewirkt. Auch andere Bewohner besaßen die von der Natur geschaffenen Höhlen. Arme Leute benützten sie häufig als Wohnungen. Das Verena-Beutlinsloch nächst Bissingen in Württemberg hat (nach Quenstedt) seinen sonderbaren Namen von einer armen Frau bekommen, die mit ihren zwei unehelichen Kindern die Höhle durch längere Zeit bewohnt hat. Ulrich von Liechtenstein soll ebenfalls eine Zeitlang Höhlenbewohner gewesen sein. Die Ehre, den Minnesänger beherbergt zu haben, wird jedoch mehreren Höhlen zugeschrieben, und es scheint, daß der Localpatriotismus in die Sagengeschichte verwirrend eingegriffen hat.

---

[1]) Nach dem Aufsatze: „Der Vulkan Elgon und seine Höhlenbewohner“, von Dr. Richard Andree, in der Zeitschrift „Globus“, Braunschweig 1893, 44. Band, Nr. 1.

[2]) Was in Japan als prähistorisch gelten kann, liegt der Zeit nach jedenfalls viel weniger weit zurück als in Mitteleuropa, wo die vorrömische Zeit als die prähistorische betrachtet wird, während die historische Zeit in Griechenland, Kleinasien und Aegypten noch über 2000 Jahre weiter zurück liegt. Eine Gleichzeitigkeit der Culturperioden gab es vor 2000 Jahren ebenso wenig, als sie heute existirt, wo noch wilde Völkerschaften zugleich mit hochcivilisirten leben. Zur Zeit, als man in Aegypten Wunderwerke der Baukunst aufführte, standen die Mitteleuropäer noch auf einer ziemlich niedrigen Culturstufe und bedienten sich der Steinwaffen. Durch Handelsverkehr und Kriegszüge fand die höhere Cultur nach und nach Eingang und erhob sich immer mehr. In Asien und Afrika fand dagegen ein Rückschritt statt. Die heutige Bevölkerung von Kleinasien vermöchte kein Petra mehr zu schaffen. Die Aïno's auf Yesso befinden sich übrigens noch heute in halbwildem Zustande, was vermuthen läßt, daß die Zeit, in der sie sich noch ausschließlich jener Steinwerkzeuge bedienten, welche für Japan als prähistorische gelten, kaum einige hundert Jahre vorüber ist.

Von Räubern und allerlei lichtscheuem Gesindel bewohnte natürliche Höhlen verzeichnet die Literatur eine ganze Reihe. Einige davon müssen jedoch hier ausgeschieden werden, weil sie eben von diesen Bewohnern aus ihrem ursprünglichen Zustande gebracht worden sind. Unweit von Wien (zwischen Baden und Vöslau) liegt das durch seine lebende Fauna in den Kreisen der Entomologen berühmte „Schelmenloch". Nach Calliano war es eine Zeit lang der Aufenthaltsort der sogenannten „ungarischen Brüder", einer berüchtigten Räuberbande. Auch später war diese Höhle, die nicht sehr bedeutend ist, noch öfter der Aufenthaltsort von Gesindel, woher auch der Name „Schelmenloch" stammt. Früher war der Eingang so niedrig, daß man ihn nur kriechend passiren konnte. Um die von Dr. Rollet angestellten Ausgrabungen zu erleichtern, ist der Eingang seiner Zeit vergrößert und mit einem eisernen Gitter versehen worden. Unmittelbar an der Stadt Baden beginnt der Haunoldsgraben, der fälschlich auch Putschanerluke genannt wird. Dieser Name gebührt jedoch ausschließlich einer Höhle im Dolomite des Calvarienberges, von der gegenwärtig nur mehr ein Rest existirt, weil der größte Theil wegen der Gewinnung des berühmten weißen Dolomitsandes (Badner Sand), der aus der Verwitterung des Dolomites entsteht, zerstört worden ist. Gegen die Räuber, welche sich in der Höhle aufhielten, mußten die Bürger und Stadtknechte ernstlich zu Felde ziehen. Im selben Berge befand sich auch die Mädchenhöhle, welche von einem Räubermädchen so energisch vertheidigt worden war, daß sie durch Rauch erstickt werden mußte; ein Mittel, welches auch die Türken bei Zufluchtshöhlen häufig angewendet haben. Marschall Pelissier soll ebenfalls diese Methode in Algerien gegen die Araber befolgt haben, die sich in Höhlen geflüchtet hatten. Die meisten der Höhlen in der Umgebung der Stadt Baden liegen im Dolomite des Calvarienberges und des nur durch den Haunoldsgraben von ihm getrennten Mitterberges. Nur von zweien dieser Höhlen kann man nachweisen, daß sie später adaptirt worden sind; die übrigen befinden sich im Urzustande. Eine von letzteren ist erst vor wenigen Jahren durch einen Deckenbruch zugänglich geworden. Diese war aber nicht bewohnt; in anderen fand man nur Spuren von Rauch an der Decke. Ausführliche Nachrichten über diese Höhlen, deren Anzahl von Jahr zu Jahr geringer wird, findet man in den „Mittheilungen der Section für Höhlenkunde des österreichischen Touristenclub", Wien 1886, Nr. 4, S. 45 ff., und in verschiedenen Nummern der Zeitschrift „Niederösterreichischer Landesfreund", welche seit 1892 in Baden erscheint. Diese Nachrichten stammen fast ausschließlich von G. Calliano her.[1])

Außer den erwähnten gibt es noch zahlreiche andere Räuberhöhlen, deren Geschichte mitunter schon in das Gebiet der Sage streift, wie z. B. jene der Haidukenhöhle bei Praščijak in Bosnien, in welcher auch Vilen (weibliche Geister) gehaust haben sollen. Der Name Räuberhöhle kommt vor bei Mehadia in Ungarn, bei Feredö-Gyogy in Siebenbürgen, im Schelmengraben bei Regensburg in Bayern, bei Spital im Mürzthale in Steiermark. Bei Agtelek befindet sich ein Räuberloch. Rosenmüller und Tillesius berichten (2. Band, S. 302 bis 306), daß die Lippoldshöhle in Braunschweig nach einem Räuber benannt sei, der sie bewohnt habe; desgleichen das Pritschen-Bebelsloch (ebenfalls nach Rosenmüller und Tillesius, 2. Band, S. 322). Das Diebesloch bei Ufftrungen im Harz war nach Behrens (Hercynia curiosa, S. 71) von Gesindel zeitweise bewohnt. Die „Höhle der schwarzen Bande"

[1]) Siehe auch: „Prähistorische Funde in der Umgebung Badens", von G. Calliano, Wien 1893 (Braumüller's Verlag).

im Haspelthale im Elsaß war der Sage nach von einer Räuberbande bewohnt. Nach einem Berichte von Luthmer (in den „Mittheilungen des Vogesen-Club", Straßburg 1891, Nr. 24, S. 50) scheinen es jedoch Schwärzer gewesen zu sein, wie aus den verschiedensprachigen Inschriften (deutsch, französisch und italienisch) zu entnehmen ist. Im Raabthale in Steiermark liegt die Graselhöhle, in welcher sich der berüchtigte Räuber Grasel durch einige Zeit aufgehalten haben soll, dessen abenteuerliches Leben den Vorwurf für ein seiner Zeit in Wien oft gegebenes Theaterstück geleistet hat. („Die beiden Grasel".)

B. Umgewandelte natürliche Höhlen.

Künstlich erweiterte oder für menschliche Zwecke adaptirte natürliche Höhlen bilden den Uebergang von den natürlichen zu den künstlichen Höhlen. Ein sehr hohes Alter kann man dieser Art von Höhlen nicht zuschreiben, sobald die Umwandlung mit Werkzeugen geschehen ist, welche in früherer Zeit nicht zur Verfügung standen. Darum gehören jedenfalls jene Höhlen einer späteren Culturperiode an, die sich in härteren Gesteinen befinden, wie die Alraunhöhle bei Schwarzach in Bayern[1]), welche in Spitzbogenform in Gneiß gehauen ist, und durch Erweiterung einer schon bestandenen Kluft in ihre jetzige Form gebracht worden sein soll. In weichem Materiale kann man leichter graben, und darum mag es weit mehr künstliche und künstlich erweiterte oder umgeformte Höhlen mit Bearbeitungsspuren aus älterer Zeit in der weichen Kreide, im Löß und anderen dergleichen Materialien geben als in hartem Felsgesteine. Von einzelnen Arbeiten kann man an den Bearbeitungsspuren ungefähr auf die Zeit schließen, in der sie entstanden sind. Derartige Spuren sind Meißelhiebe, Feuersetzspuren oder Bohrlöcher. Manche anscheinend künstlich erweiterte Höhlen stellen sich bei näherer Prüfung oft als bergmännisch betriebene Steinbrüche oder als alte Bergwerke heraus, deren Existenz längst in Vergessenheit gerathen ist; darum ist Vorsicht stets geboten.

Alle künstlichen Umformungen der Höhlen hatten aber bestimmte Zwecke. Die große Veränderung am Eingange des Lamprechtsofenloches bei Ober-Weißbach an der salzburg-bayerischen Grenze (am Fuße des Hirschbüchels) hatte den Zweck, den Zugang für die Schatzgräber zu erschweren, von denen mehrere verunglückt waren. Die kunstgerecht angebrachten Bohrlöcher ober dem Eingange zeigen, daß diese Veränderung erst lange nach der Erfindung des Schießpulvers vorgenommen worden ist.

Die Antonsgrotte bei Baden erfuhr successive Erweiterungen. In ihren gegenwärtigen Zustand wurde sie von Erzherzog Anton gebracht, nach dem sie auch benannt ist. Calliano berichtet, daß sie einst dem Mithrascultus gedient habe, worauf die Auffindung eines Opfersteines hindeutet.[2]) Unweit davon liegt im Haumoldsgraben eine ehedem für Cultuszwecke adaptirte Nischenhöhle, welche durch Mauerwerk abgeschlossen war, dessen Spuren noch theilweise vorhanden sind. Auch hier fand sich ein Opferstein, sowie zahlreiche andere Funde.[3])

---

[1]) „Beiträge zur Anthropogolie und Urgeschichte Bayerns", München 1879, 2. Bd., S. 165.

[2]) Calliano: „Die Höhlen bei Baden", in den „Mittheilungen der Section für Höhlenkunde, Wien 1886, V. Jahrg., Nr. 4, S. 45.

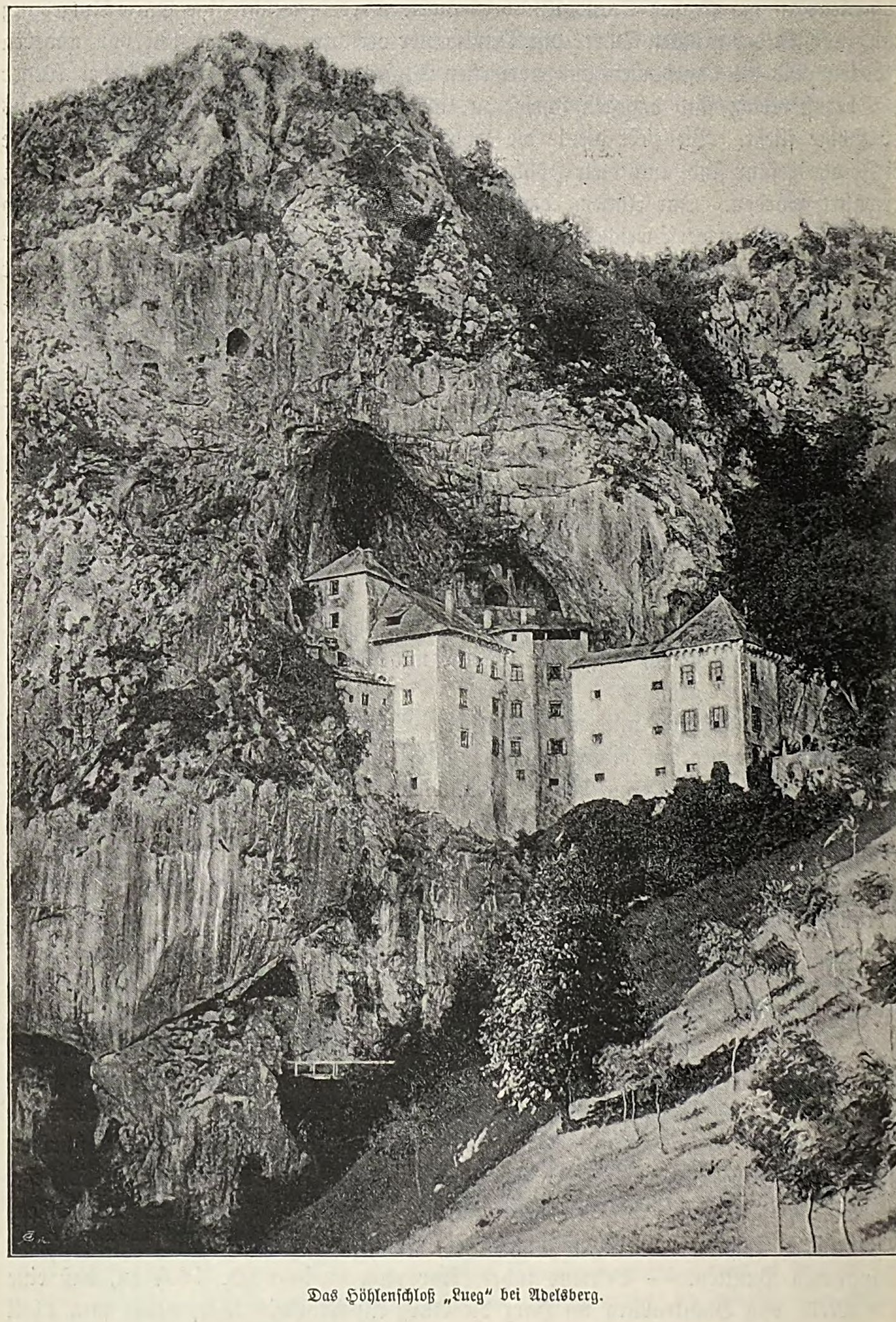
[3]) In der obersten Schichte mittelalterliche, darunter römische, und noch über 2 Meter tiefer neolithische. Siehe: „Wiener Zeitung" v. 3. Mai 1891 (Feuilleton), und: „Badner Bezirksblatt" Nr. 41 und 42 v. J. 1891.

In mehreren Höhlen, die Wasser enthalten, lassen sich die Ursachen der Umwandlungen leicht erklären. Die schon von Valvasor erwähnte Wasserhöhle im Guttenfelderthale (Grotte von Podpeč) ist erst in diesem Jahrhundert von einem unbekannten Ingenieur in ein großes Staubassin verwandelt worden, welches die ganze Umgebung auch zur Zeit der größten Dürre mit Trinkwasser versorgt. Die Ursachen von anderen Arbeiten, wie die angeblichen ausgemeißelten Stufen in der Ennsberghöhle bei Weyer in Oberösterreich, sind dagegen schwer zu enträthseln, weil das Wasser ohnedies aus der Höhle fließt. Vielleicht diente die Höhle einst als Zufluchtsort.[1]) Zum Schutze bei Feindesgefahr sind auch viele Höhlen mit mehr oder weniger geeigneten Verschlüssen verwahrt worden. Im Innern der Türkenluke nächst Kleinzell in Niederösterreich befindet sich Mauerwerk, welches durch Sinterabsatz schon fest verkittet ist. Die Falkensteinhöhle im Semmeringgebiete, welche von Natur aus schon schwer ersteiglich ist, zeigt Balkenlöcher. Ebensolche Balkenlöcher findet man man im Innern des großen Wildemandelloches bei Golling, und außerdem noch Reste von Mauerwerk an der Mündung. Der Höllthurm bei Wöllersdorf (Niederösterreich) diente zur Vertheidigung einer großen Zufluchtshöhle. Das Taborloch (auch Räuberhöhle oder Zederhaushöhle genannt) bei Spital im Mürzthale in Steiermark war ebenfalls wohl befestigt und mit Außenmauern versehen, deren eiserne Thüren für die Kirche des Dorfes verwendet wurden, und sich noch dort befinden sollen. Daß diese Höhle auch den halb slavischen und halb deutschen Namen Taborwand trägt, ist insoferne interessant, als es vermuthen läßt, daß die Bezeichnung der slavischen Wallburgen, welche ja ebenfalls als Zufluchtsorte gedient haben, für ähnliche Befestigungswerke auch in nicht slavische Gegenden, vielleicht durch Kriegsknechte übertragen worden zu sein scheint. Der Donaubrückenkopf bei Wien hieß durch lange Zeit Tabor, und die Gegend, wo er lag, wird noch heute „am Tabor" genannt.

Wirklich befestigte, mit ausgedehnteren Bauten verschlossene Höhlen mag es früher noch mehr gegeben haben. Valvasor bildet in seinem 1689 erschienenen Werke: „Die Ehre deß Hertzogthums Crain" noch einen Tabor in einer Höhle ab, der als eine der stärksten Positionen des Landes galt. Nach seiner Angabe lag er „in der Poigh", womit man das Thal zu bezeichnen pflegt, in welchem der Poikfluß entspringt. Derzeit ist aber dort keine befestigte Höhle bekannt. Die Ueberreste des Höhlenschlosses von Lueg bestehen noch heute. Vor ihnen erhebt sich der ungemein malerische Bau des neuen Höhlenschlosses, eine der schönsten Zierden von Krain. In Steiermark liegt ein Höhlenschloß nächst Teufenbach. Es ist dies die Burg Chalons (auch Puchserloch oder Puchser Lueg genannt), von der nur mehr wenige Ueberreste vorhanden sind. Von der großen Höhle, in welcher das Hauptgebäude lag, zweigt links im Hintergrunde ein natürlicher Gang ab, der durch Meißelarbeit erweitert ist, und führt zu einer jetzt verschütteten Cisterne. Die Fortsetzung dieses Ganges ist mit Trümmerwerk ausgefüllt. Ein Höhlenschloß, an welches sich auch, gleichwie bei allen übrigen befestigten Höhlen, Sagen knüpfen, liegt im Köröstthale in Siebenbürgen. Es heißt Feenburg (Tündérvár). In der Umgebung befinden sich zahlreiche andere Höhlen, die ebenfalls Spuren von Befestigungen zeigen, hoch oben in den Felsen auf schwer zugänglichen Punkten. — Behrens führt (Hercynia curiosa, S. 160) an, daß eine halbe Meile von Blankenburg im Harz die Burg Alt-Reinstein liege, welche zum Theil

[1]) Die Höhle ist kurz beschrieben in dem Musealberichte für das Jahr 1863 (Separatabdruck, Linz 1864), von P. Amand Baumgarten in der Abhandlung: „Aus der volksmäßigen Ueberlieferung der Heimat".

aus dem reinen, weißen Fels gehauen sei, woher auch der Name stamme. Der Rest war Mauerwerk. Unter der Burg soll sich eine künstlich in den Fels gehauene

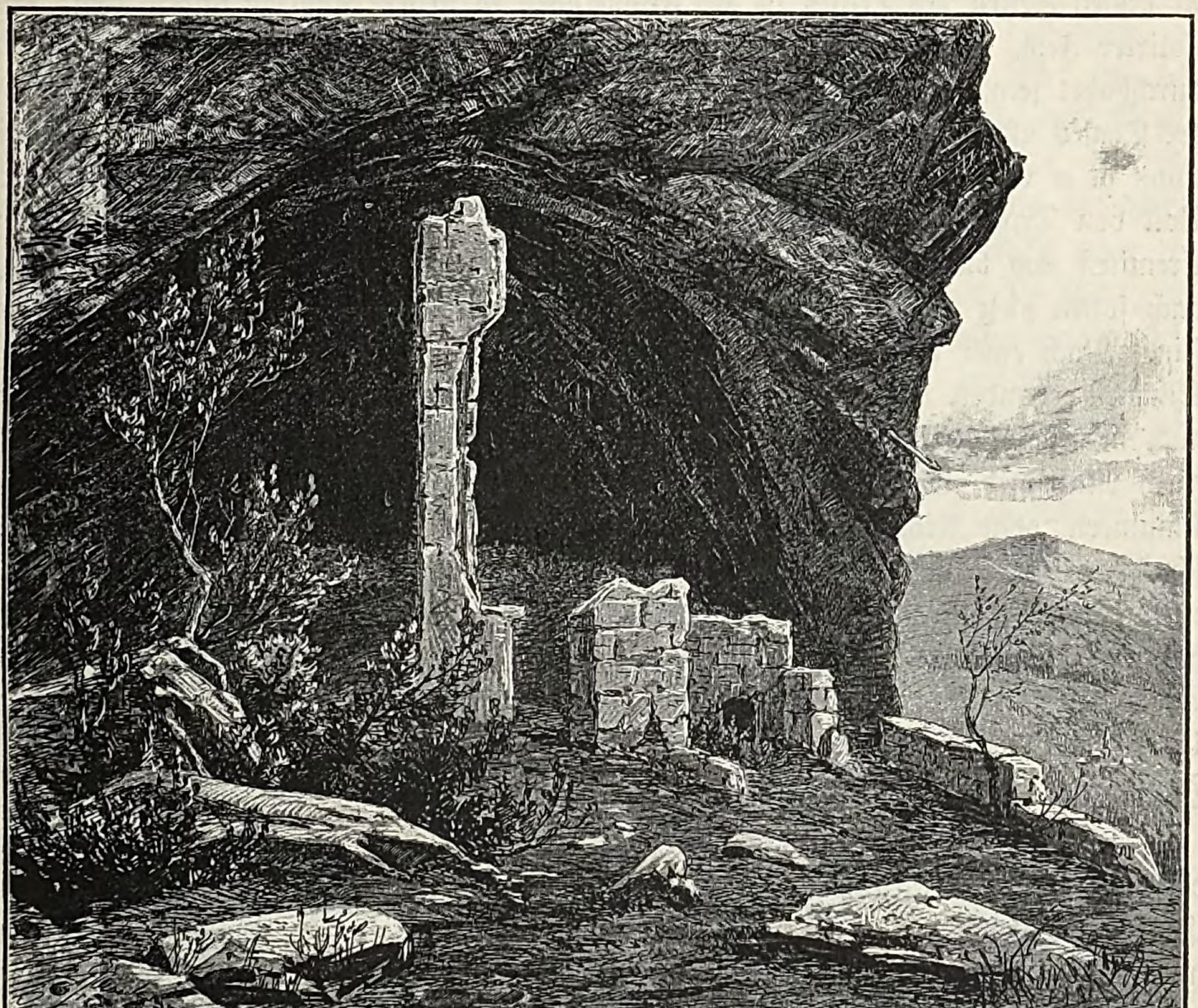


Das Höhlenschloß „Lueg" bei Adelsberg.

Kammer befinden. An das Schloß knüpfen sich viele Sagen von den Raubrittern, welche den verrufenen Ort bewohnt hatten.

In Griechenland repräsentirt diesen Typus das in einen mächtigen Höhlenbogen gebaute, befestigte Kloster Megaspelaion.

Die Höhlenschlösser dienten zum dauernden Aufenthalte. Von einigen Höhlenwohnungen kann man übrigens das Gleiche annehmen. Daß einzelne Menschen Höhlen dauernd bewohnt haben, ist bereits erwähnt worden. Beweise für die Existenz einer Troglodytenbevölkerung hat man in Europa nicht, wohl aber aus anderen Erdtheilen, wo sich Höhlen in großer Menge nebeneinander befinden, z. B. aus Amerika. In einer Publication der Smithsonian Institution („Catalogue of Prehistoric Works, east of the Rocky Mountains“, by Cirus Thomas, Washington, governement printing office, 1891) wird eine große Anzahl von Höhlenwohnungen angeführt, und



Ruine der Burg Chalons bei Teufenbach in Steiermark.

dabei unterschieden zwischen „Cliff lodges“, „Cavate lodges“, „Cave assembly lodges“ und „Subterrannean assembly lodges“. Im Saale XIV des k. k. naturhistorischen Hofmuseums in Wien befindet sich ein Wandgemälde, welches eine Cliffwohnung vorstellt, die auf unzugänglicher Stelle hoch oben in einer (vorne mit Resten von Mauerwerk versehenen) Felsnische liegt. Nach der vorstehenden Classification scheinen nicht alle bewohnten Höhlen in Amerika denselben Zwecken gedient zu haben. Die „Cliff lodges“ scheinen als Einzelwohnungen gedient zu haben und ursprünglich natürliche Höhlen gewesen zu sein, die erst später adaptirt wurden, während die „Cavate lodges“ entweder zum Theil oder ganz künstlichen Ursprunges sein dürften.

Herr Custos Heger (vom k. k. naturhistorischen Hofmuseum in Wien) hat auch Troglodytenwohnungen in Asien im Jahre 1881 besucht, u. zw. bei Gori in Georgien

(Uplifz Tziche). Ueber diese, sowie über die unterirdischen Behausungen der Kyzylbasch (Rothköpfe) bei Akstafa in Georgien enthält das Werk „The Crimea and Transcaucasia“ von J. Buchan Telfer (London 1876), S. 169 ff. und 191 ff. ausführliche Beschreibung und Abbildungen. Nach Telfer hat man es mit künstlichen Höhlenwohnungen zu thun, welcher Ansicht auch Heger beipflichtet.

Ob die südlich vom Hindukusch-Gebirge in Centralasien, im Thale Bamyan gelegenen zahlreichen Höhlen, welche in der „Erdkunde“ von Carl Ritter (Berlin 1837, 3. Buch, 7. Band, S. 265 und 275) erwähnt sind, natürliche oder künstliche Höhlen sind, ist aus der Beschreibung nicht zu entnehmen. An beiden Stellen heißt es, daß die „Höhlen und Grotten“ „Sumuch“ genannt werden, und daß sie acht Meilen weit zu beiden Seiten des Thales in den Felswänden in großer Zahl zu finden seien. Ein isolirter Fels, der sich in der Mitte des Thales erhebt, soll besonders von Höhlen durchbohrt sein. Die Höhlen sollen noch heute einem großen Theile der Bevölkerung des Thales als Wohnstätten dienen. Ritter erwähnt weiter (nach J. Baillif: „Narrations of a voyage into Korhassan“. London 1825, in 4°.), daß hier ein zahlreiches Volk von Troglodyten gewohnt haben müsse, oder daß die Höhlen Tausenden von Eremiten und buddhistischen Religiosen zu Wohnstätten dienen mochten. Einer Sage nach sollen viele dieser Höhlen über Befehl des Königs Julal gegraben worden sein. Nach einer anderen Version soll es sich nur um Grabungen nach verborgenen Schätzen gehandelt haben. Die Höhlen befinden sich in lockerem Material, und haben auch in neuerer Zeit Funde geliefert, die nach den kufischen Inschriften der Zeitperiode nach Mahomed angehören dürften. Die meisten dieser Höhlen sind nur viereckige Kammern ohne Architektur, einzelne sind im Innern bemalt und durch Rauch geschwärzt. Einer anderen Sage nach soll eine Mutter in den labyrinthischen Gängen einer dieser Höhlen ihr Kind verloren und erst nach zwölf Jahren wiedergefunden haben. Wieso derlei Sagen entstehen, gehört in das Capitel der Höhlensagen. Das Thal Bamyan ist auch wegen der vielfach genannten Riesenfiguren von angeblich 120 Fuß Höhe berühmt. (Ritter beruft sich auch auf Büschnig's Magazin ꝛc., Hamburg 1777, 4. Theil, S. 348.)

Bewohnte Höhlen gab es auch in Galizien. Dr. E. Tietze berichtet über eine derselben im „Literaturanzeiger des Vereines für Höhlenkunde“ (Wien 1880), S. 9. Es ist dies die Höhle bei Stradz nächst Janow, nordwestlich von Lemberg. Sie liegt im tertiären Kalkstein, hat einen niedrigen Eingang, ist im Innern corridorartig und ihre Form ist keinesfalls mehr ursprünglich. Zur Zeit der Tartareninvasion soll die Höhle von den Bewohnern der Umgegend als Zufluchtsort gewählt worden sein. Einmal soll sie aber von den Tartaren entdeckt und die Insassen durch Rauch erstickt worden sein.

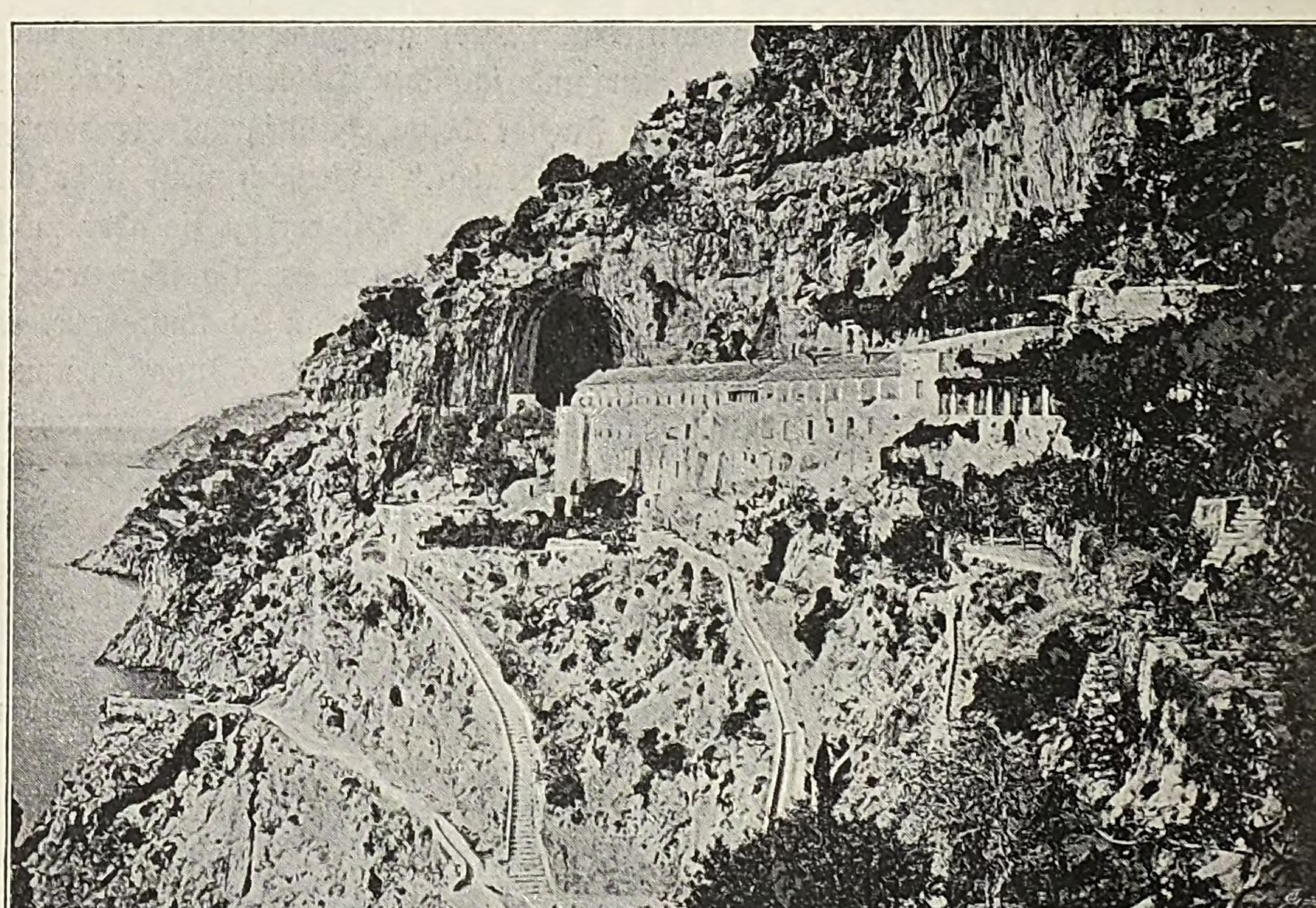
Weiters berichtet Dr. Tietze im „Jahrbuch der k. k. geologischen Reichsanstalt“ (29. Band, Wien 1879, 2. Heft, S. 240) über künstliche Höhlen in Galizien bei Bubnisce. Es sind deren drei. Die zimmerartigen Räume wurden jedoch, um sie für die Besucher besser zugänglich zu machen, vollständig ausgeräumt, wobei man es unterließ, nach prähistorischen oder späteren Funden zu suchen. Möglicherweise wären noch einige Funde in den Klüften des Sandsteines zu machen, aus denen der Schutt und Lehm noch nicht entfernt worden ist. Reiche Funde, die gestatten würden, auf die Culturzustände der einstigen Bewohner Schlüsse zu ziehen, dürften unter den obwaltenden Umständen schwerlich zu erwarten sein.

Für den Todtencultus mögen die Höhlen schon frühzeitig verwendet worden sein. Ein vor die Oeffnung vorgewälzter Felsblock oder eine angelehnte Felsplatte mag der erste Schutz gewesen sein, um die wilden Thiere von den Leichenresten abzuhalten. Mit besseren Werkzeugen konnte später auch ein besserer Begräbnißplatz hergestellt werden. Grabhöhlen in Syrien werden schon im alten Testamente der Bibel erwähnt. Abraham kaufte von Ephron dem Hethiter die Höhle Machpela, um sie zu einem Erbbegräbnißplatze herrichten zu lassen. Ein hohes Alter schreibt man auch den Höhlenwohnungen und Grabhöhlen von Bethlehem zu, sowie jenen im Kidronthale. Letztere sollen jetzt noch von Einsiedlern bewohnt werden. Einige davon sind mit förmlichen Façaden versehen, während andere im Naturzustande verblieben sind. Die ganze Gegend soll sehr höhlenreich sein. Bezüglich einer der Grabhöhlen im Kidronthale soll bei dieser Gelegenheit darauf hingewiesen werden, daß Heinrich Brugsch-Pascha — der genaue Kenner des Orients — starke Zweifel über das sogenannte Grab des Absalon ausgesprochen hat. „Der griechische Stil des Grabeinganges, welcher in der Art der ägyptischen und indischen Höhlengräber eine aus der Felswand ausgemeißelte, säulengeschmückte Façade besitzt, ist mehr als verdächtig für die Zeit, in welcher der Sohn David's gelebt hat." Brugsch stellt zwar die Epoche, welcher dieses Grab angehören soll, nicht genauer fest, verlegt sie aber „auf eine spätere Zeit der römisch-griechischen Geschichte". Trotzdem es also sehr zweifelhaft ist, ob man es überhaupt hier mit dem Grabe des Absalon zu thun habe, so haftet doch der Haß glaubenseifriger Juden an der Stätte, die von Fanatikern mit Steinen beworfen wird. „Fast drei Jahrtausende" — fügt er hinzu — „vermochten diesen Haß nicht zu löschen". Das Grab des Absalon ist mehrfach in Werken abgebildet, wobei aber auffällt, daß die Abbildungen nicht immer übereinstimmen. Nach Brugsch ist es aus einer Felswand ausgemeißelt, hat eine säulengeschmückte Façade und eine Felskammer im Innern. Nach einer anderen Abbildung steht das Grab frei und macht eher den Eindruck eines Bauwerkes. Die Führer mögen da wohl viel Schuld daran tragen und den Reisenden einmal dieses und ein anderes Mal ein anderes Grab als das Grab Absalon's zeigen.

Wenn man die Benützung der syrischen Höhlen als Grabstätten auf die Zeit vor Abraham zurückverlegt (also auf etwa 2000 Jahre v. Chr.), so kann man diese mit der Errichtung einzelner Grabhöhlen in Aegypten für ziemlich gleichalterig halten. Bezüglich der Altersbestimmung aller derartigen Höhlen kann man annehmen, daß die minder sorgfältig ausgestatteten natürlichen Höhlen, die zu Grabhöhlen umgewandelt worden sind, die älteren seien, und daß überhaupt zuerst natürliche Höhlen zu diesem Zwecke verwendet worden sind, während die vollständig künstlich ausgehauenen Grabhöhlen einer weit späteren Zeit angehören. Bei vielen wird es aber schwer halten, zu bestimmen, ob sich eine natürliche Höhle einst hier befunden hat; der kundige Forscher wird aber auch hierfür in Klüften und Schwemmproducten einen Anhaltspunkt finden, der freilich nicht immer ganz verläßlich ist. Die Mastrichter Höhlen sind wohl der beste Beweis, daß die Existenz künstlicher Räume gewisse Erscheinungen hervorzurufen vermag, wie sie bei natürlichen Höhlen vorkommen. (Schlotbildung, Spalten, Deckenbrüche 2c.)

Viele natürliche Höhlen sind durch die Legenden der Heiligen bekannt geworden, und die meisten von diesen Localitäten sind für religiöse Zwecke adaptirt worden. Schon die Griechen besaßen den Göttern und Halbgöttern geweihte Höhlen. Die berühmteste war die Orakelhöhle von Delphi, die mit einem Vorbau versehen

gewesen sein soll. Höher oben am Parnaß lag die dem Gotte Pan und der Nymphe Koryka geweihte Korykische Grotte, in der man aber nach der Beschreibung von Heger[1]), welcher sie 1876 in allen Theilen besucht hat, keine Spuren von Umformung durch Menschenhand mehr bemerkt. Den Göttern geweihte Höhlen und Grotten gab es viele in vorchristlicher Zeit, und die heilige Scheu, diese Räume zu betreten, mag sich auf die spätere Zeit übertragen haben. Das Christenthum vermochte die Furcht vor den unbekannten heidnischen Dämonen nicht zu bannen, und compromittirte dahin, sie durch Exorcismen unschädlich zu machen oder sie in christliche Andachtsstellen umzuwandeln. In erster Hinsicht erhielt sich durch lange Zeit das alljährlich an bestimmten Tagen wiederkehrende Weihen von Wetterlöchern, dem Valvasor (1689) ein ganzes Capitel widmet. In letzterer Hinsicht trug es wesentlich bei, die Scheu vor Höhlen zu mindern, daß an einzelne Localitäten die Erinnerung an den Auf-



Kapuciner-Kloster und Grotte von Amalfi.

enthalt von Heiligen, von besonders frommen Personen oder von wunderbaren Begebenheiten sich knüpfte, und daß man diese durch Aufstellung von Bildnissen oder auch nur von einfachen Kreuzen wach zu erhalten suchte. Einzelne Höhlen wurden zu förmlichen Kapellen umgewandelt. Die Kaiser Maximiliangrotte auf der Martinswand besitzt eine der einfachsten Ausstattungen dieser Art. Die Kirche des heiligen Wolfgang am Schafberge in Oberösterreich ist einer Höhle vorgebaut, desgleichen ist die Kapelle des heiligen Maximus im Sanct Petersfriedhofe in Salzburg durch Vermauerung einer Nischenhöhle hergestellt, sowie die Aegidiuskapelle in ihrer Nähe. Das wunderbar gelegene „Wildkirchli" im Canton Appenzell steht in der Mündung einer Höhle.

[1]) Citirt in: „Sumpf- und Seebildungen von Griechenland", von Franz Kraus, „Mittheilungen der k. k. geographischen Gesellschaft", Wien 1882, Heft 7 und 8.

Die Höhlenkirche bei Ponte San Colombano in der Valarsa bei Roveredo in Südtirol und die Burkardushöhle beim Dorfe Homburg am linken Mainufer in Bayern sind Höhlen, die in förmliche Kirchen verwandelt sind. Die Grotte von Amalfi enthielt früher den zum Kloster gehörigen Calvarienberg, ist aber im Uebrigen unverändert geblieben.

Einfacher ausgestattet sind die Grotte der heiligen Rosalia in Sicilien, die Grotte des heiligen Servolo bei Triest und noch viele andere. Auch das bereits erwähnte Kloster Megaspelaion kann dazu gerechnet werden. Eine Prüfung der Legendenbücher kann noch zahlreiche andere Belege für die Existenz von derartigen Höhlen bieten. Auffallend ist der Umstand, daß man es hier ausschließlich nur mit mehr oder weniger umgestalteten natürlichen Höhlen zu thun hat. Es befindet sich nicht eine einzige künstliche Höhle darunter, etwa mit Ausnahme der sogenannten Kirche bei Goldbach, als welche einer der Räume bezeichnet wird, der zu den „Heidenlöchern“ gehört. Die einstige Verwendung als Kirche ist aber nicht festgestellt, und rührt die Vermuthung wohl mehr von der Gewölbeform der Decke her, die von jener der übrigen dortigen Höhlen abweicht. Gottesdienst ist übrigens vorübergehend zu allen Zeiten in einzelnen Zufluchtshöhlen und höhlenartigen Verstecken abgehalten worden. In den unterirdischen Steinbrüchen von Naours[1]) in der Picardie sind mehrere Räume als Kirchen und Kapellen eingerichtet. In der Frauenmauerhöhle wurde zur Zeit einer Türkeninvasion im sogenannten Kreuzgange die Messe gelesen, und von einem großen Felsblocke herab, der als Kanzel dienen mußte, gepredigt. Auf die Form der Höhle hat diese vorübergehende Verwendung keinen Einfluß gehabt, und die Erinnerung daran lebt nur mehr in der Tradition und in der Volkssage fort.

Die Wunderhöhle von Lourdes ist nur mit einem eisernen Gitter verwahrt, im Innern aber ziemlich unverändert geblieben.

Die Christenverfolgungen in der ersten Zeit des Auftretens der christlichen Lehre haben dazu genöthigt, die Ausübung des neuen Glaubens im Verborgenen zu betreiben und dazu waren Höhlen sehr geeignete Räume. Auch die Leichen der Märtyrer brachte man in Höhlen in Sicherheit, und das mag zur Sitte geführt haben, auch fernerhin die Todten auf dieselbe Weise zu bestatten. Als die Höhlen für diesen Zweck nicht mehr genügten, mußte zur Erweiterung geschritten werden, und auf diese Weise mögen die sogenannten Katakomben entstanden sein, von denen wohl die meisten, die noch existiren, künstlichen Ursprunges sein dürften, und daher im nächsten Abschnitte zu behandeln sind, oder sie sind kellerartige Bauten, und gehören dann überhaupt nur insoferne unter die Höhlen, als sie den ursprünglichen, in Fels gehauenen nachgebildet sind und als solche besprochen werden dürfen. Jene Katakomben, die man kennt, befinden sich auffallender Weise in Gegenden, die entweder keine oder nur unbedeutende natürliche Höhlen besitzen, dafür aber künstliche von großer Ausdehnung.

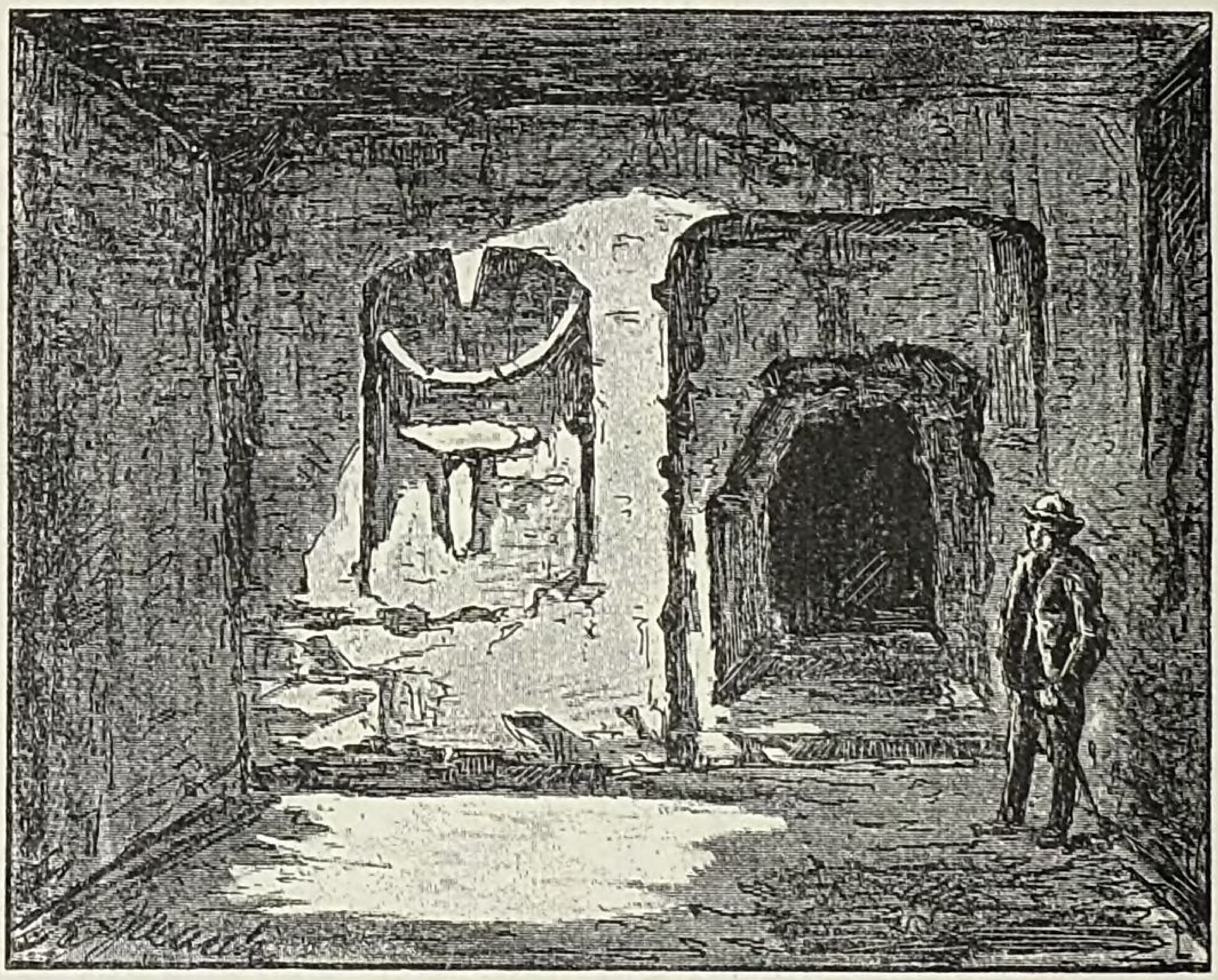
Der Mensch hat außerdem auch durch die Höhlen Aufschlüsse über brauchbare Gesteine gewonnen, und es kann füglich angenommen werden, daß manche der alten, bergmännisch betriebenen Steinbrüche ursprünglich mit natürlichen Höhlen begonnen haben, was freilich heute in den seltensten Fällen mehr nachweisbar sein dürfte. Ein solcher Fall liegt vor bei der durch die Ausgrabungen von Professor Fraas so

[1]) Siehe die Abbildung auf S. 5.

berühmt gewordenen Höhle im Hohlenstein nächst Schelkingen in Württemberg, deren vorderer Theil eine natürliche Höhle ist, während der rückwärtige Theil durch Steinbrucharbeit schon bedeutend erweitert ist.

C. Künstlich geschaffene Höhlen, und höhlenartige Hohlräume.

Die meisten künstlichen Höhlen aus der älteren Zeit, sind in weiches, leicht zu bearbeitendes Material (Löß, Schlier, weiche Kreide ꝛc.) eingegraben, wie dies überhaupt dem primitiven Zustande der Werkzeuge in der betreffenden Zeit entspricht. Auch sind diese künstlichen Höhlen nicht von bedeutenderen Dimensionen. Größere



Künstliche Krypta in Frankreich aus der Kreide gemeißelt.

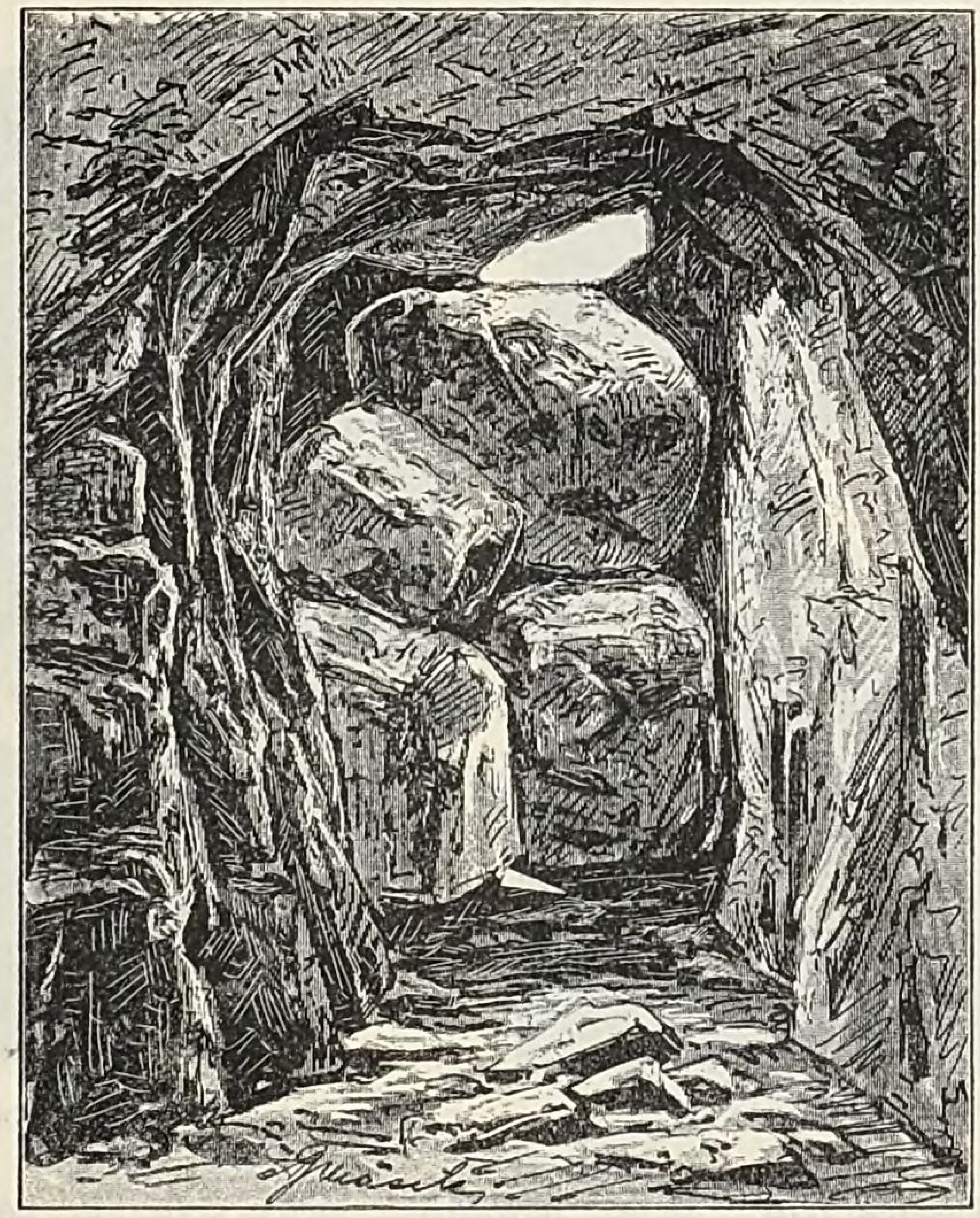
künstliche Höhlen in festem Gesteine stellen sich bei näherer Untersuchung zumeist als alte Stollen oder bergmännisch abgebaute Steinbrüche aus späterer Zeit heraus. Die künstlichen Höhlentempel von Indien, Aegypten und Kleinasien gehören einer bereits hoch entwickelten Culturperiode an, und haben, wie dies später nachgewiesen werden wird, kein so hohes Alter, als man es früher angenommen hatte.

Der ältesten Zeit (für Mitteleuropa) kann man die künstlichen Grabhöhlen in der Champagne zuschreiben, die in ein weiches Gestein (echte Kreide) gehauen sind und ausschließlich zu Beerdigungszwecken gedient haben. Dr. M. Hoernes beschreibt dieselben nach E. de Cartailhac in seinem Werke: „Die Urgeschichte des Menschen nach dem heutigen Stande der Wissenschaft" (Wien 1892, mit Abbild.). Sie sind in der weichen Kreide mit Hilfe von Steinwerkzeugen ausgegraben. Wo härtere Feuersteinschichten (Silex) zu viel Widerstand boten, wurde die Grabung aufgegeben. Von Außen waren sie durch große Steinplatten oder Steinblöcke verschlossen. Trotz ihrer verhältnißmäßigen Größe fand man nur wenig Skelette in den gangförmigen

Kammern. Die Zahl betrug zumeist nur zwei, selten mehr. Acht Skelette waren das Maximum, welches in einer Höhle gefunden wurde. Außer Skeletten fand man auch Leichenbrand, und zwar nicht in bestimmten Höhlen, sondern auch zusammen mit darüber gebetteten Skeletten. Beide Forscher zählen diese Krypten der neolithischen Zeit zu.

Aehnliche, vollständig künstliche Grabhöhlen werden in den anthropologischen Schriften in großer Zahl angeführt.

Weit jüngeren Datums sind die künstlichen Höhlen in einem anderen, weichen und dabei doch consistenten Materiale, nämlich im Löß, in dem man noch heutzutage Weinkeller mit Vorliebe anzulegen pflegt, weil das Material die gute Eigenschaft hat, an der Luft zu erhärten. Die Herstellung solcher Keller erfordert keine Aus-



Verschluß einer künstlichen Grabhöhle in Frankreich.

mauerung und kommt daher sehr billig zu stehen. Diese Eigenschaft des Löß mag schon von unseren Verfahren erkannt worden sein. Man trifft nämlich im Löß eine eigenartige Sorte von künstlichen Höhlen, die besonders in Niederösterreich und in Bayern häufig sind. Es sind dies die sogenannten Erdställe.[1]) Die Decken der niederösterreichischen Erdställe bilden vielfach Tonnengewölbe, bei den bayrischen herrscht zumeist die Spitzbogenform vor.[2]) Von letzteren sind über zwanzig bekannt, und eine etwas größere Zahl auch aus Niederösterreich. Much, den Hellwald den österreichischen

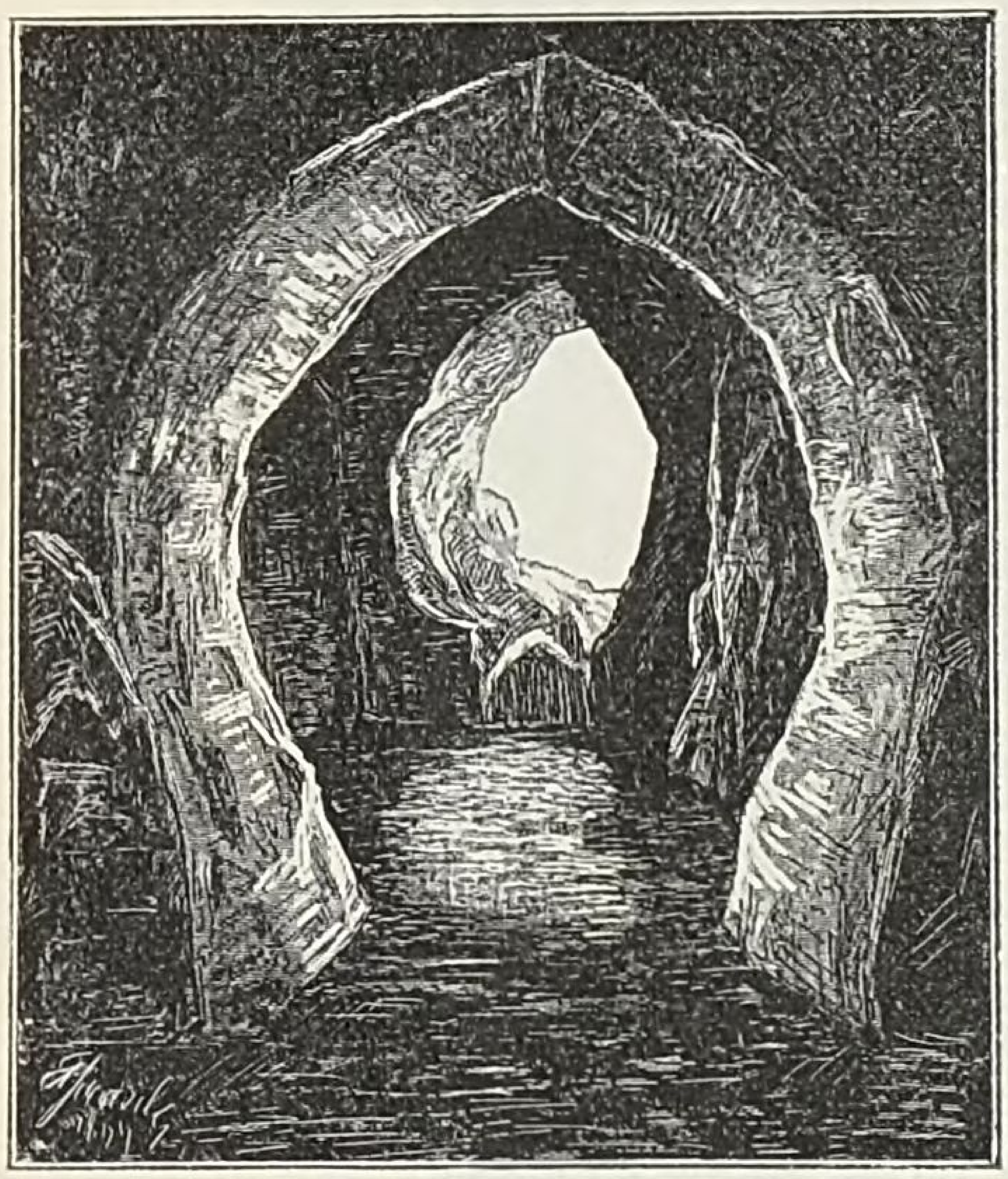
---

[1]) Hellwald nennt sie, wohl nach ihrer Form, „Erdstollen"; diese Bezeichnung ist aber in Niederösterreich nicht gebräuchlich.

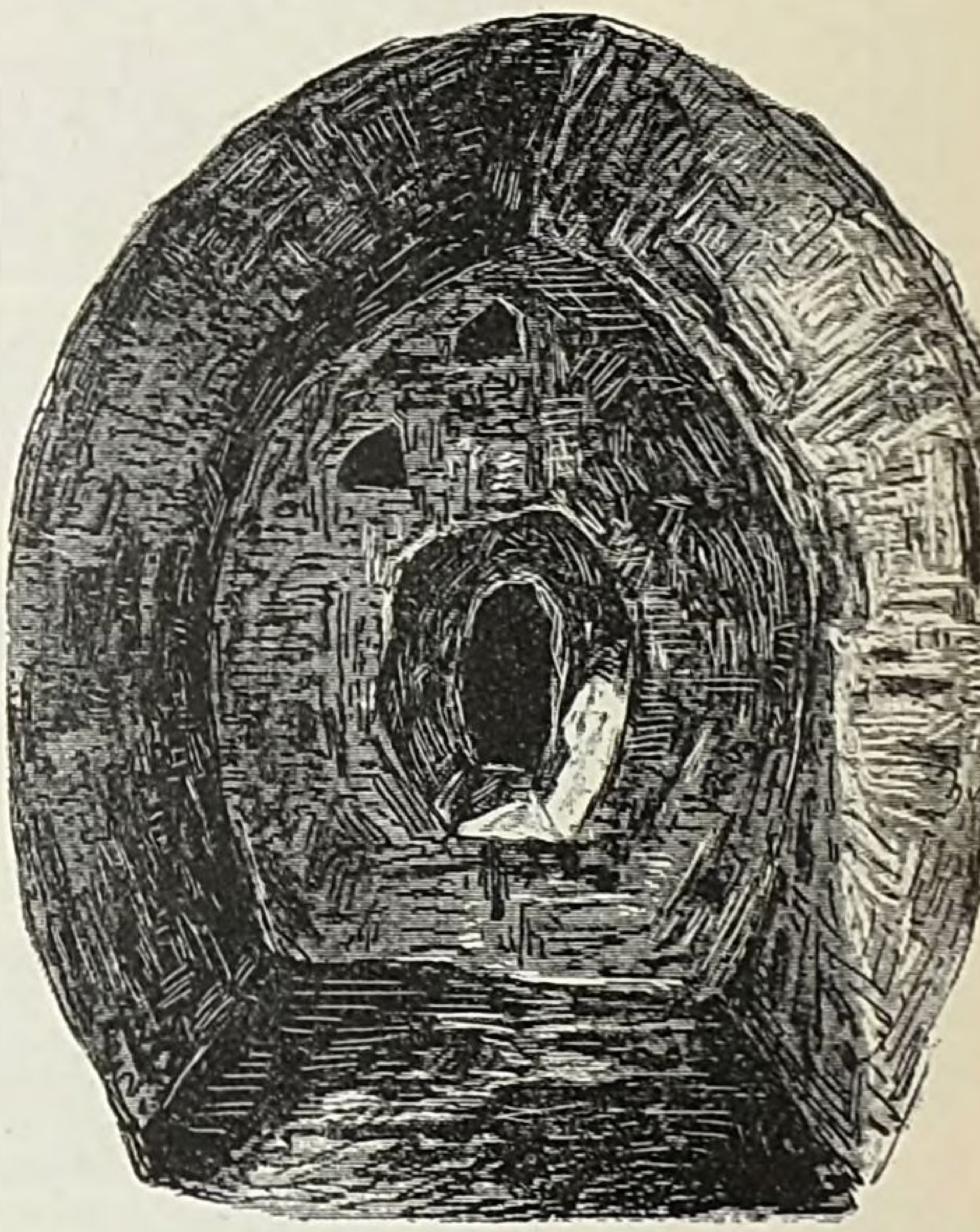
[2]) „Beiträge zur Anthropologie und Urgeschichte Bayerns", München 1879, 2. Bd., S. 146 bis 174. Es kommt bei den künstlichen Erdställen in Bayern aber auch das Tonnengewölbe mitunter vor.

Schliemann nennt (wohl wegen seiner Entdeckung der Pfahlbauten im Mond- und Attersee), Pater Lambert Karner (der sich durch seine Forschungen den Beinamen „der Höhlenpfarrer" erworben hat), und der seither verstorbene Maler Spöttel haben die meisten niederösterreichischen Erdställe, die man kennt, untersucht und beschrieben.[1]) Pläne sind diesen Beschreibungen mehrfach beigegeben. Ansichten in Aquarellfarben aus dem Innern sind ausgestellt in den Fensternischen der Säle der prähistorischen Abtheilung des k. k. naturhistorischen Hofmuseums in Wien. Künstliche Höhlen im Löß von Mähren hat Florian Koudelka in den „Mittheilungen der Anthropologischen Gesellschaft", XIII. Bd., Wien 1883, S. 128, beschrieben.

Vermöge ihrer ganzen Anlage mögen diese kaum 2 Meter Höhe erreichenden kleinen Kammern, die durch niedrige, röhrenförmige Schlupfe miteinander verbunden sind, wohl nicht zum Aufenthalte für Menschen, sondern als Bergeplätze für Werth-



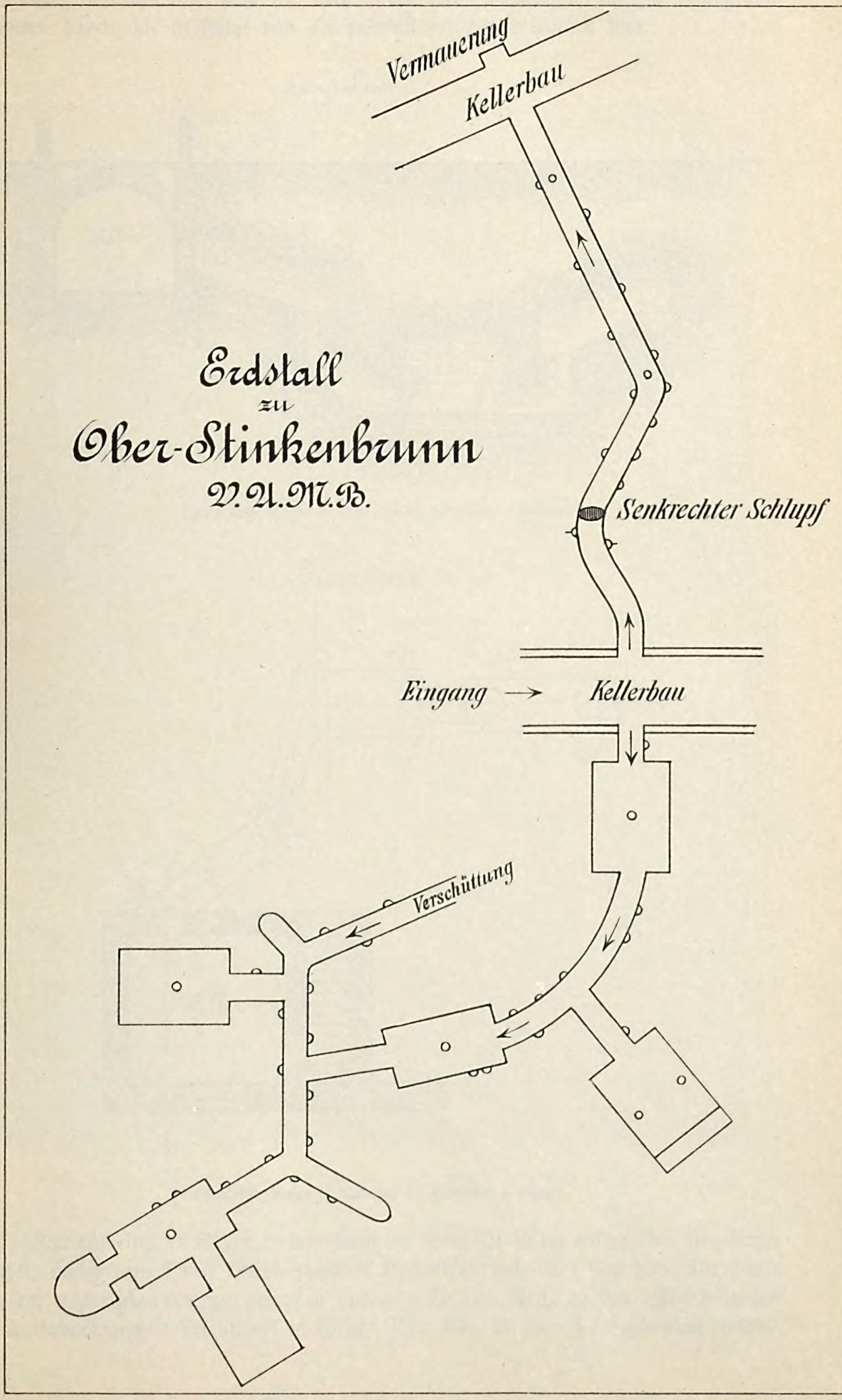
Erdstall in Mähren (Eingang).



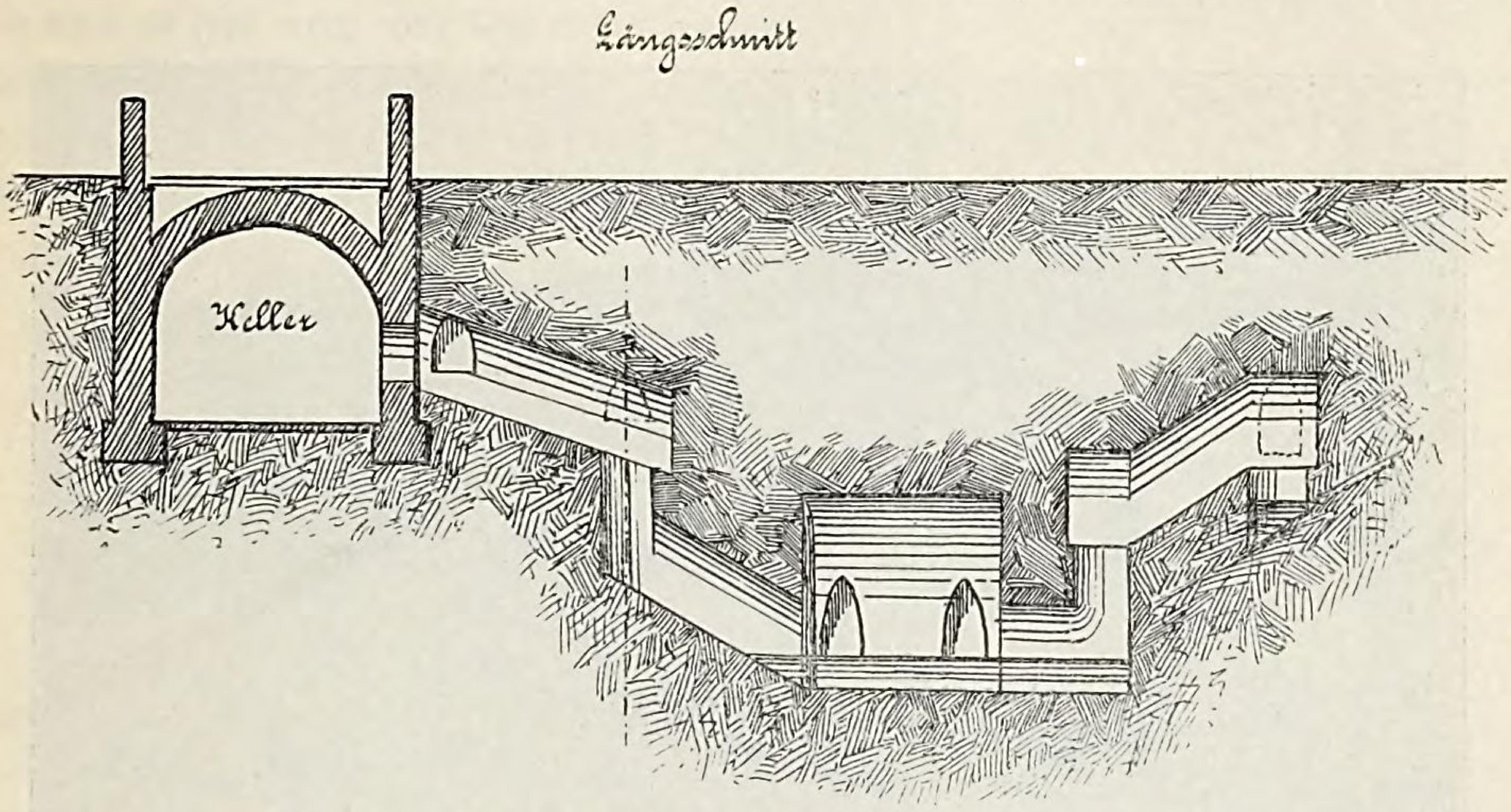
Erdstall in Mähren (Inneres).

sachen bestimmt gewesen sein. Ueber das Alter dieser Erdställe hat man noch keine Anhaltspunkte, denn nur wenig Funde wurden bisher gemacht, wie dies auch bei Bergeplätzen ganz natürlich ist, die nach überstandener Gefahr wieder aufgeräumt worden sind. Diese Verwendung dürfte auch die Ursache sein, daß die Eingänge der Erdställe möglichst verborgen liegen. Einige davon liegen unter den Wohnhäusern, in Kellern, Scheunen oder Ställen, und man nennt sie daher „Hauslöcher". Calliano hat auch unterhalb des bereits erwähnten Winschloches einen röhrenförmigen Gang gefunden, der in einer kleinen Kammer endigte, die durch eine Art Luftloch mit der darüber liegenden Höhle in Verbindung stand. Hier war das Material aber nicht Löß, sondern Erde und Dolomitschutt von geringer Haltbarkeit. In der Nähe deuten mehrere Bodensenkungen in der Art, wie die trichterförmigen Pingen oberhalb alter

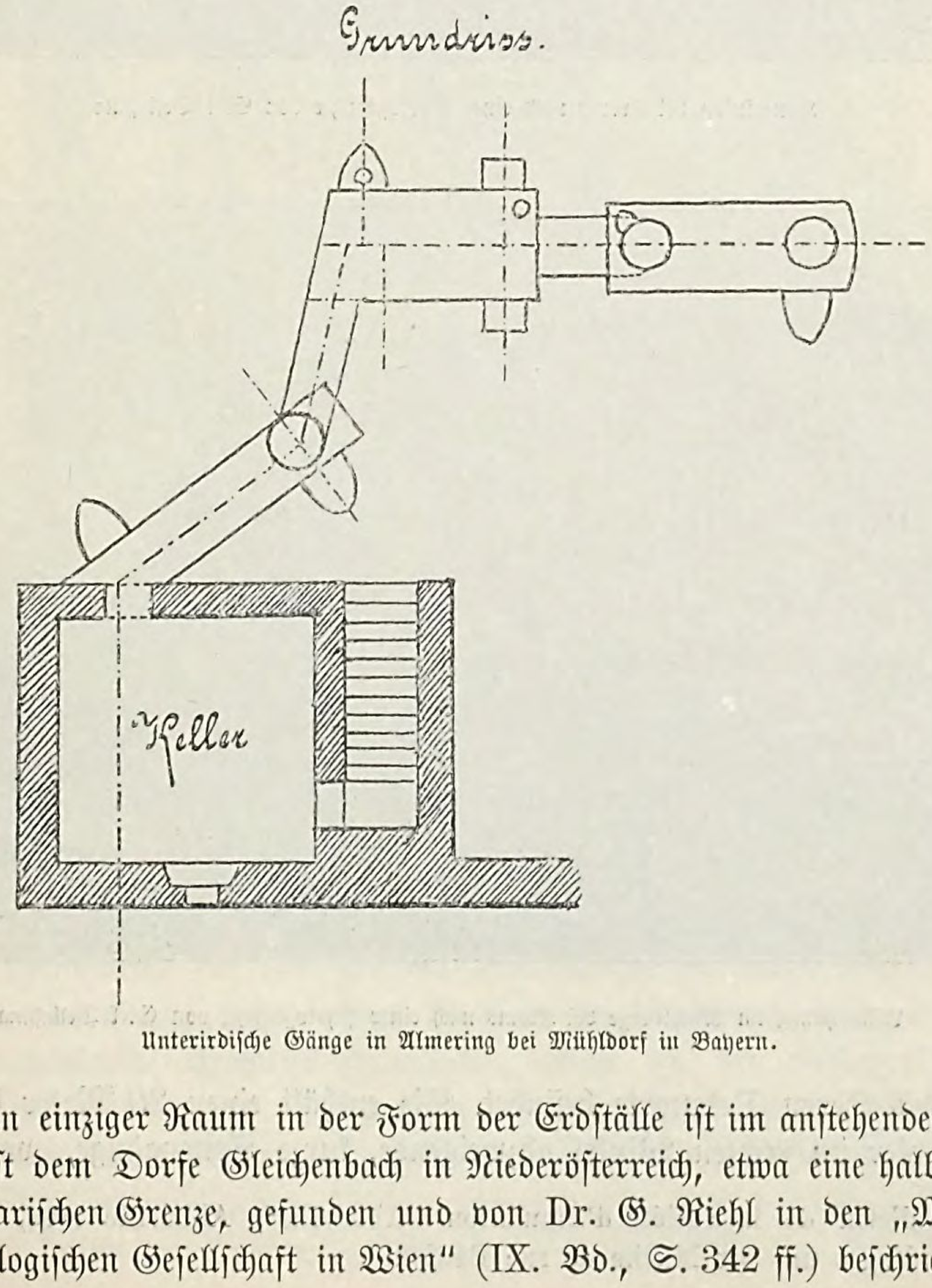
[1]) Siehe: General-Register zu den Bänden I bis X am Schlusse des X. Bandes, und General-Register zu den Bänden XI bis XX am Schlusse des XX. Bandes der „Mittheilungen der Antropologischen Gesellschaft", Wien 1880 und 1890. Von den späteren Bänden siehe die betreffenden Einzelregister. Die ersten Besprechungen stammen aus dem Jahre 1877.


Erdstall
zu
Ober-Stinkenbrunn
V. U. M. B.
Vermauerung
Kellerbau
Senkrechter Schlupf
Eingang →
Kellerbau
Verschüttung

Bergwerke, darauf hin, daß sich noch mehr solche Kammern im Haunoldsgraben befunden haben, die in Folge von Deckenbruch verschüttet worden sind.



Unterirdische Gänge in Almering bei Mühldorf in Bayern.



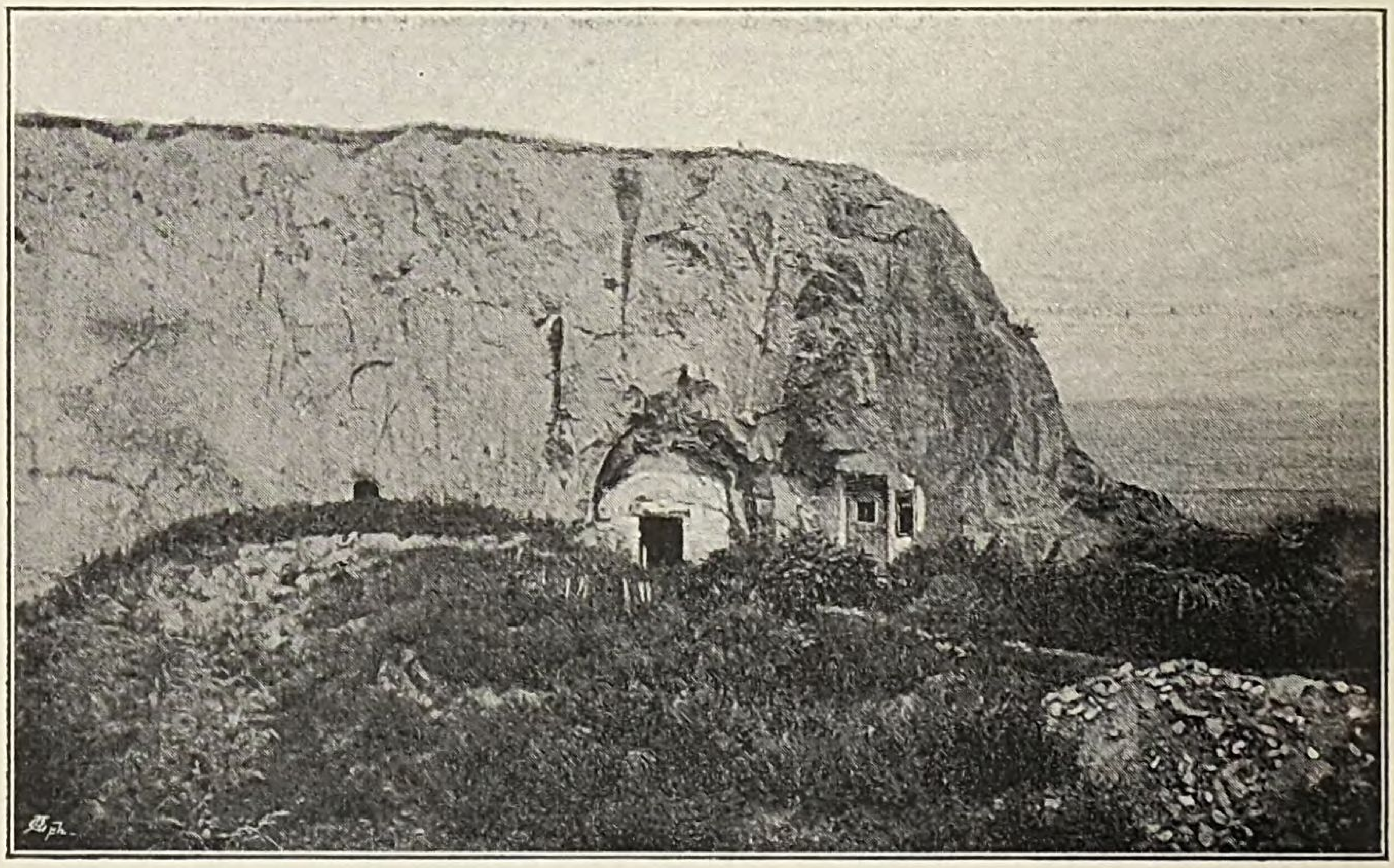
Unterirdische Gänge in Almering bei Mühldorf in Bayern.

Nur ein einziger Raum in der Form der Erdställe ist im anstehenden Urgebirgsschiefer nächst dem Dorfe Gleichenbach in Niederösterreich, etwa eine halbe Wegstunde von der ungarischen Grenze, gefunden und von Dr. G. Riehl in den „Mittheilungen der Anthropologischen Gesellschaft in Wien" (IX. Bd., S. 342 ff.) beschrieben worden.

Auch in Frankreich gibt es derartige Verstecke, die Abbé Danicourt in seiner Abhandlung über die Souterrains réfuges von Abbéville erwähnt. Er nennt sie „Muches“ und bringt auch den Plan der Muche de la rue Baillon[1]), welche sich



Hauerluken bei Krems nach einer Photographie von Carl Dellapina.

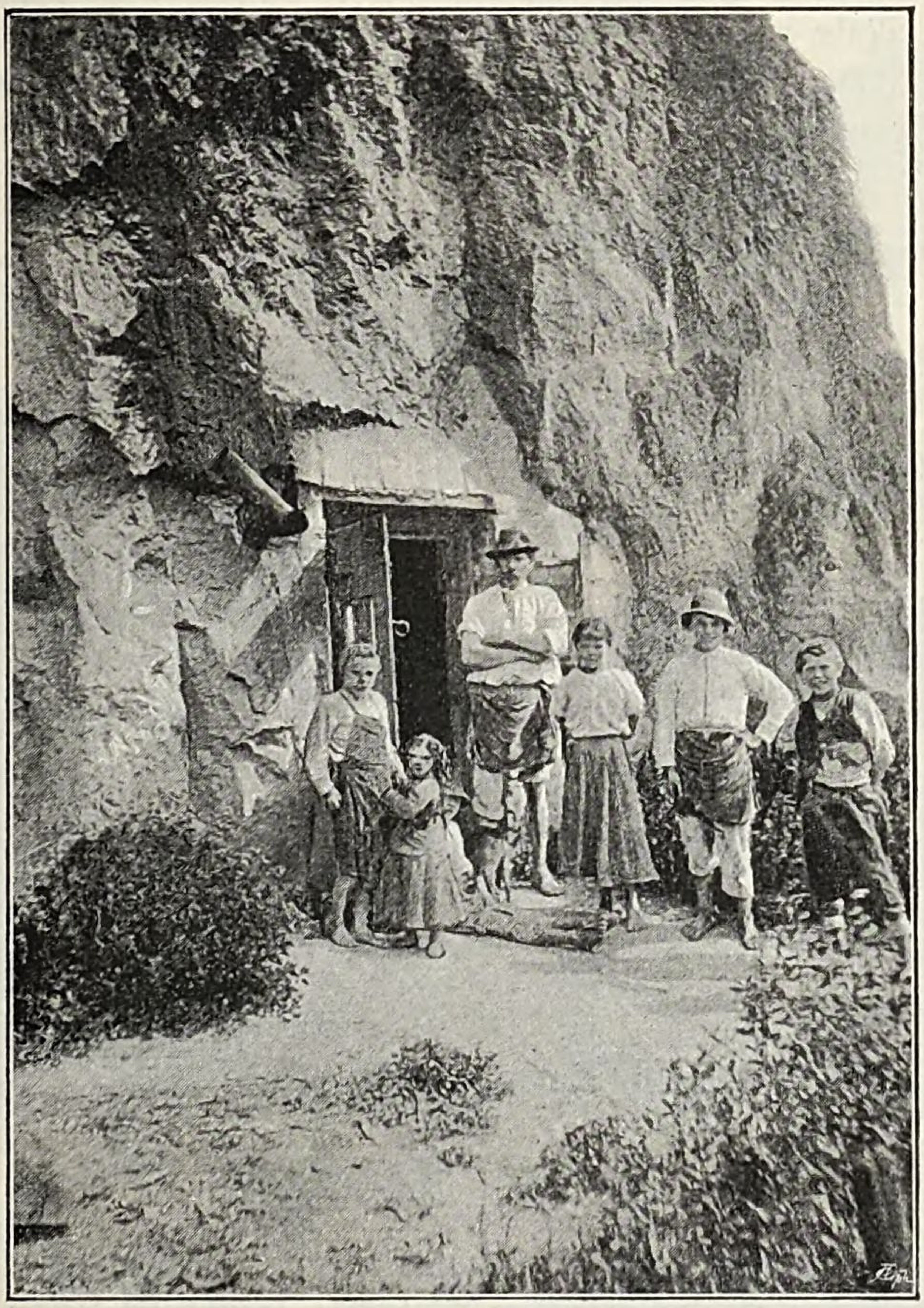


Lößwohnung im Wachtberge bei Krems nach einer Photographie von Carl Dellapina.

im Hause des Herrn Delaporte befindet. Sie enthält einen 20 Meter langen Hauptgang und vier im rechten Winkel abzweigende, kurze Seitengänge, von denen einer

[1]) „Bulletin de la Société d'Émulation d'Abbéville“, Abbéville 1889, mit Plänen der Souterrains réfuges und der Muche de rue Baillon.

mit Stufen versehen ist und in einem tiefer liegenden, kleinen Raume endet, in welchem man bemerkt, daß zeitweise Wasser darin stagnirt. Eine so große Regelmäßigkeit in der Form besitzen die österreichischen Erdställe nicht. Nicht alle Gänge sind gerade, sondern es gibt auch viele bogenförmig gekrümmte darunter, wie dies aus den Plänen hervorgeht, welche in den „Mittheilungen der Anthropologischen Gesellschaft in Wien" veröffentlicht wurden. Es mag wohl viele Erdställe in Niederösterreich geben, allein die meisten davon scheinen in Vergessenheit gerathen zu sein. Uebrigens verrathen die



Lößwohnung im Wachtberge bei Krems nach einer Photographie von Carl Dellapina.

Besitzer nicht gerne die zum Hause gehörigen Verstecke wie es Pfarrer Karner, zu seinem Leidwesen wiederholt erfahren hat.

Ebenfalls in Löß gegraben sind die sogenannten „Hauerluken", in denen die Wächter der Weingärten sich zur Zeit der Traubenreife aufhalten und zu förmlichen Wohnräumen ausgestattet haben. Herr Dellapina in Krems, fand im Wachtberge zwei dauernd bewohnte ehemalige Hauerluken, welche von den Arbeitern einer nahen Ziegelei adaptirt worden sind. Die beistehenden Abbildungen zeigen diese dicht nebeneinander liegenden österreichischen Troglodytenwohnungen. In Gösing und in Riedenthal soll es deren ebenfalls geben. In der Schweiz, wo es auch derlei künstliche Höhlen gibt, hat man dafür den Ausdruck „Landdörfer". Am Bodensee liegen die „Heiden=

löcher" (bei Goldbach). Es sind dies künstliche, ziemlich regelmäßig geformte Wohnräume mit Thür- und Fensteröffnung. Durch den Bau der Straße sind die meisten davon zerstört worden. Von den höher gelegenen existiren noch sieben Höhlen in zwei Reihen, worunter auch die sogenannte Kirche. Die Heidenlöcher sind mit Ausnahme der Kirche viereckige Kammern mit flacher Decke, welche durch ein vorspringendes Gesimse gestützt ist. Die Zeit ihrer Entstehung ist unbekannt, man weiß nur, daß sie im Mittelalter von Gesindel durch einige Zeit bewohnt waren, weshalb der weise Rath der freien Stadt Ueberlingen einen Theil der Höhlen schon 1750 zerstören ließ, was ohne besondere Mühe geschehen konnte, weil das Gestein weicher Sandstein ist. Woerl's Reisehandbuch „Baden in Wort und Bild" (Würzburg und Wien, ohne Jahreszahl) beschreibt die Heidenlöcher S. 399 bis 401, und nimmt an, daß sie aus der Römerzeit stammen.[1])



Lößwohnungen in China nach Hellwald.

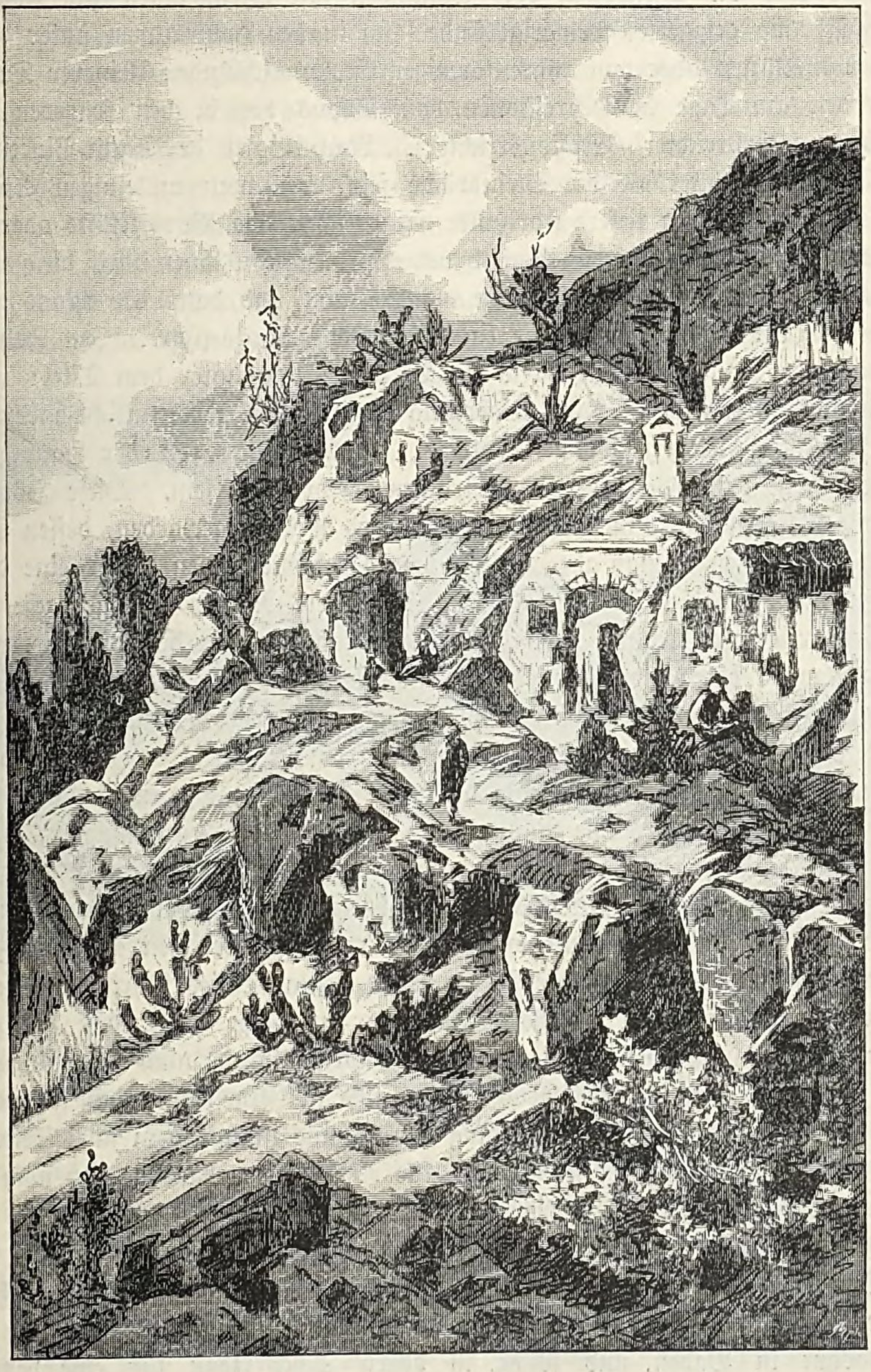
Wohl die großartigste Entwicklung hat der Löß in China, und auch die größte Anzahl von künstlichen Höhlen in diesem Materiale kommt in diesem merkwürdigen Lande vor, wo die Uebervölkerung zur größten Raumökonomie gezwungen hat. Die Lößwohnungen sind von einer zahlreichen Bevölkerung bewohnt, und liegen theils einzeln, theils in großen Gruppen beisammen. Richthofen bildet in seinem Werke „China" (Berlin 1877, in 4⁰) derlei Wohnungen ab, desgleichen Kreitner in seinem Buche „Im fernen Osten" (Wien 1881). Auch in „Haus und Hof" von Hellwald sind S. 58, 59 und 61 Lößwohnungen in China abgebildet.

Künstliche Höhlen in Spanien erwähnt Hellwald und bezeichnet sie als „Zigeunerwohnungen". Sie liegen im Monte Sacro bei Granada. In welchem Materiale sie gegraben sind, gibt Hellwald jedoch nicht an.

---

[1]) Woerl führt mehrere Gewährsmänner an, ohne Titel und Druckort der Publicationen anzugeben. Ueber die Heidenlöcher siehe auch Oberstaatsanwalt Haager's Abhandlung in den „Schriften für die Geschichte des Bodensee's, Lindau 1876, 7. Heft.

Ausgedehnte künstliche Steinbrüche, welche durch bergmännischen Abbau betrieben worden sind, boten mitunter Zuflucht in Kriegszeiten oder auch für dauernden Aufenthalt für arme Familien. Auch Schwärzer oder andere Bewohner noch verdächtigerer Art haben diese Räume als Wohnsitze benützt. Die großartigsten Steinbrüche von



Zigeunerwohnungen im Monte Sacro bei Granada.

Höhlenform sind jene im Petersberge bei Maastricht, die auch mitunter Maastrichter Höhlen genannt wurden. Ueber diese Steinbrüche, die auch gegenwärtig noch in der gleichen Weise (durch unterirdischen Abbau) betrieben werden, hat schon der Ingenieur Clerc im Jahre 1814 im Journal des Mines (p. 241) eine Abhandlung veröffentlicht.

Bory de Saint-Vincent folgte 1821 mit seinem Werke „Voyage souterrain etc." (Paris 1821, in 8°.), aus denen besonders die Temperaturbeobachtungen von Wichtigkeit sind, die auffallende Abnormitäten zeigen. Desgleichen ist die Oberfläche interessant, welche alle Erscheinungen eines Karstplateau's zeigt. Einige Gewölbe sind eingestürzt, was die Entstehung von Schlünden mit Steilwänden zur Folge hatte. Auch kegelförmig gelagertes Material findet sich in den Hohlräumen unter den Oeffnungen von Klüften oder von röhrenförmigen Erosionsschlünden kleinerer Dimension. Diese enden am Tage in Depressionen vom Typus der in den früheren Capiteln beschriebenen Karsttrichter (Erosionstrichter). Nach Bory de Saint-Vincent sollen aber diese Röhren älter als die Steinbrüche sein, weil man an einigen Stellen bemerken kann, daß sie in tiefere Horizonte hinabreichen, wo Bory Klüfte oder sonstige Hohlräume vermuthet, welche das Wasser aufnehmen, welches ihnen durch die geologischen Orgeln (wie er sie nennt) vom Plateau aus zukommt, und dann der Maas zuführen. An Ort und Stelle heißt man diese engen Schlote „Aerde-pyp". Im Jahre 1798 soll Faujas de Saint Fond in Paris ein Werk in Folio unter dem Titel: „Histoire naturelle de la montagne de Saint-Pierre de Maestricht", veröffentlicht haben, welches (nach Bory) arge Uebertreibungen enthält. Nach Faujas soll der Hauptgang der künstlichen Höhlen im Petersberge natürlichen Ursprunges sein. Diese Höhlen sind auch durch den Fund eines merkwürdigen Sauriers berühmt geworden, dessen Schicksale einen Stoff für einen Roman abgeben könnten. Die Reste fanden endlich eine dauernde Stätte in Paris, wohin sie über Befehl des Kaisers Napoleon I. gebracht wurden.

Großartige unterirdische Steinbrüche kennt man auch in der Picardie, worunter jene von Naours bereits erwähnt worden sind. Während aber die Maastrichter Höhle hohe Hallen sind, die von mächtigen Pfeilern gestützt werden, hat man in Naours nur zwei Schichten des Kreidekalkes für abbauwürdig befunden, von denen jede etwas über einen Meter mächtig ist.[1]) Wo die ursprüngliche Anlage nicht durch späteren Raubbau gestört ist, haben die Räume eine merkwürdige Regelmäßigkeit, nicht nur durch ihre gleichmäßige Höhe, sondern auch durch die von den Hauptgängen abzweigenden viereckigen Kammern, welche mittelst Thüren mit den Gängen communiciren. Nur die Westseite ist unregelmäßig geformt, weil man dort in späterer Zeit auch die Zwischenwände ausgebeutet hat, welche die Alten stehen ließen. Dies führte naturgemäß zu Deckenbrüchen und auch zu Unglücksfällen, was zur Folge hatte, daß für geraume Zeit der Betrieb aufgegeben wurde. Durch Einbruch wurde auch der Eingang verschüttet, und die Existenz der Steinbrüche kam so sehr in Vergessenheit, daß sie neuerdings entdeckt werden mußten. Die Vertheilung der Räume ist aus dem auf Seite 5 beigegebenen Plane ersichtlich. Es sind jedoch alle Anzeichen vorhanden, daß noch weitere Entdeckungen gemacht werden können.

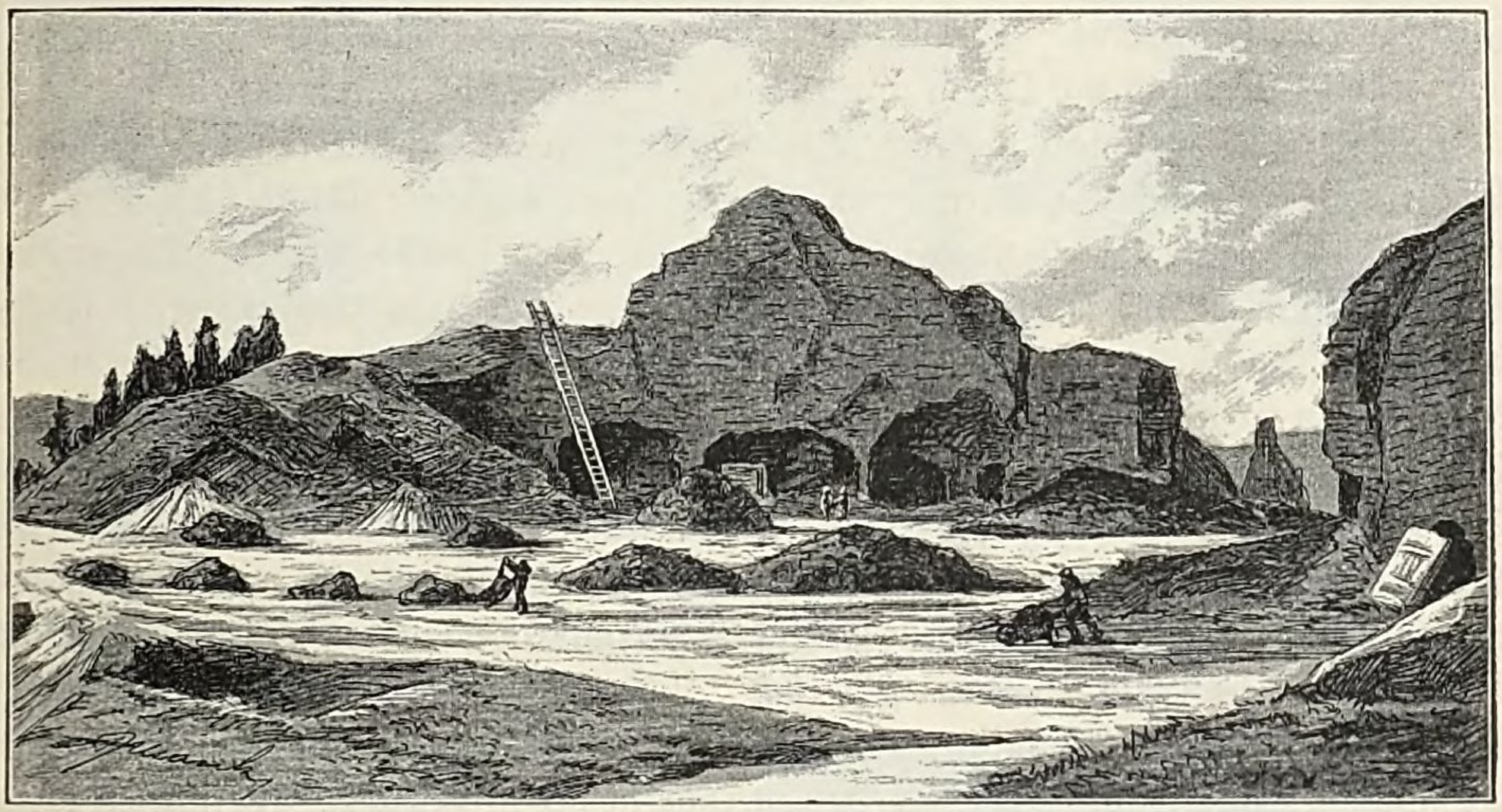
Berühmte unterirdische Steinbrüche gibt es auch in Deutschland an verschiedenen Orten. Jene von Niedermendig (Mühlsteinbrüche) sind auch durch ihre Eisbildungen berühmt geworden.[2]) Derartige unterirdische Mühlsteinbrüche gibt es auch bei Waldshut in Baden, und solche, in denen Schieferthon für eine benachbarte Steingutfabrik abgebaut wird, bei Schramberg im württembergischen Schwarzwalde. Alle diese Steinbrüche gehören bereits in die Kategorie der Bergwerke. Sie tragen aber nicht wenig dazu bei, um, gleichwie die natürlichen Höhlen, die Orographie der

[1]) Siehe „Globus", Braunschweig 1892, 61. Bd., Nr. 22.

[2]) Die Literatur darüber ist verzeichnet im Kataloge der Eishöhlen und Windröhren von Professor Fugger. (Siehe das Capitel: „Eishöhlen".)

Gegend zu beeinflussen, denn durch derlei Abbauten sind schon ganze Bergkuppen verschwunden. Ein Beispiel hierfür sind die Basaltgruben am Hornerberge bei Karlsbad in Böhmen. Die untenstehende Abbildung zeigt dieselben nach einer Aufnahme im Jahre 1881. Heute ist die Stelle kaum zu erkennen, trotzdem die Steinbrüche noch keine dreißig Jahre in Betrieb stehen, wie die Umwohnenden behaupten.

Unterirdischen Abbau kannten schon die alten Griechen, die für ihre großartigen Bauten die Materialien gut zu wählen verstanden. Ein ausgedehnter, höhlenartiger Steinbruch befindet sich nächst dem Dorfe Pronia bei Nauplia. Auch die berüchtigten Latomien von Syrakus sind Steinbrüche, die in Höhlenform gestaltet sind. Eine dieser künstlichen Höhlen ist das vielfach wegen seiner Akustik geschilderte „Ohr des Dyonisios". Auch die Eisensteingruben von Danemora und die vielen anderen Tagbauten gehören hierher. Die sogenannten Katakomben auf der Insel Cerigo (Kythera), sowie das angebliche Labyrinth bei Knossos auf der Insel Kreta sind nichts Anderes als Steinbrüche, in denen man gewisse, besser brauchbare Schichten herausgenommen



Basaltbruch am Hornerberge bei Karlsbad.

hat und das Hangende unberührt ließ, um die Abräumungsarbeit zu ersparen, geradeso, wie man in Bergwerken oft der Kostenersparniß wegen Pfeilerbau betreibt, was besonders bei Kohlenwerken häufig vorkommt. Bei nesterförmiger Lagerung des abzubauenden Materials werden oft großartige Räume geschaffen. Einzelne Gipsgruben haben Hallen von bedeutender Höhe, desgleichen die Salzbergwerke. Gangförmige Erzlager zwingen häufig dazu, förmliche Tunnels anzulegen, die von einem Thale in das andere reichen. Alte, aufgelassene Bergwerke pflegen leicht in Vergessenheit zu gerathen, wenn sie keinen Erfolg hatten oder wenn nicht die Sage die Erinnerung daran wach hält. So z. B. sind die Schinitzhöhle bei Kapfenberg in Steiermark und das Goldloch bei Hallstadt in Oberösterreich, trotzdem sie als natürliche Höhlen gelten, doch nur Schurfstollen aus dem vorigen Jahrhundert, wie man dies aus den Bergbüchern beweisen kann. Die an beide Höhlen geknüpften Sagen scheinen daher eingeschleppte zu sein. Es zeigt dies aber, wie vorsichtig man bei der Höhlenforschung zu Werke gehen muß, weil Sage und Tradition manchmal zu ganz gefehlten Schlüssen verleiten können.

Sehr alte, künstliche Höhlen gewinnen durch Verwitterung und Nachbruch leicht das Ansehen von natürlichen Höhlen. Die aus der Zeit Alexander's des Großen (circa 330 v. Chr.) stammenden Schachte nächst dem Kopaïssee in Griechenland (auch als Schachte des Krates in der Literatur bezeichnet) haben bereits ganz das Ansehen von natürlichen Schlünden und sind einige davon auch bereits durch Einschwemmung oder Verbruch ausgefüllt. Ueber die ursprüngliche Zahl derselben hat man keine sicheren Angaben. Warum Krates die Herstellung eines Emissars für den See auf einem so umständlichen Wege versucht hat, ist schwer zu enträthseln. Wahrscheinlich durfte er den heiligen Teich Anchoë nicht antasten, und darum wollte er einen vollständig künstlichen Durchbruch durch den Gebirgsrücken machen, wie er (allerdings an einer anderen Stelle) seit Kurzem durch eine französische Gesellschaft vollendet worden ist.[1]) Dem römischen Kaiser Claudius ist übrigens die Fertigstellung eines Emissars für den Fuciner-See gelungen. Es heißt, daß 30.000 Mann an dem 5600 Meter langen Stollen durch elf Jahre gearbeitet hätten. Die erwartete Wirkung wurde jedoch nicht vollständig erzielt, was erst 1800 Jahre später dem Fürsten Torlonia gelang. Die Länge des verbesserten Emissars beträgt 6303 Meter und sein Querschnitt 20 Quadratmeter.

Süditalien hat noch mehrere ähnliche Werke aus dem Alterthume aufzuweisen. So z. B. den bekannten Straßentunnel, den die Italiener „Grotta di Posilipo" nennen, und dessen höchst ungleiche Dimensionen schon wiederholt zur Vermuthung Anlaß gegeben haben, daß man es nur mit einer vom Kaiser Augustus (31 v. Chr. bis 14 n. Chr.) angeordneten Erweiterung einer schon bestandenen Kluft zu thun habe, die in gerader Linie 735 Meter mißt. Im selben Berge wird noch eine zweite Tunnelanlage erwähnt, welche „Grotta della Pace" genannt wird. Nach Strabo soll Agrippa, der Schwiegersohn des Kaisers Augustus, durch diese Anlage einen Verbindungsweg nach Kumä hergestellt haben. In der Umgebung befinden sich noch mehrere künstliche Höhlen, wie die „Grotta di Sciano", welche ebenfalls für Communicationszwecke geschaffen worden sein soll. Näheres darüber findet man in jedem Reisehandbuche von Süditalien. Die Grotte der Sybilla nächst dem Averner-See beginnt mit einem Ziegelbaue und ist weiterhin in Felsen gehauen. In ihr entspringt eine warme Quelle. Auch auf der Insel Sicilien soll es bei Sciacca künstliche Höhlen mit Inschriften aus der Römerzeit geben. Das Capitel der künstlichen Höhlen ist, wie man sieht, nicht uninteressant, und dieser Zweig der Höhlenforschung verdiente wohl durch eigene, mit der alten Geschichte gut vertraute Specialforscher betrieben zu werden.

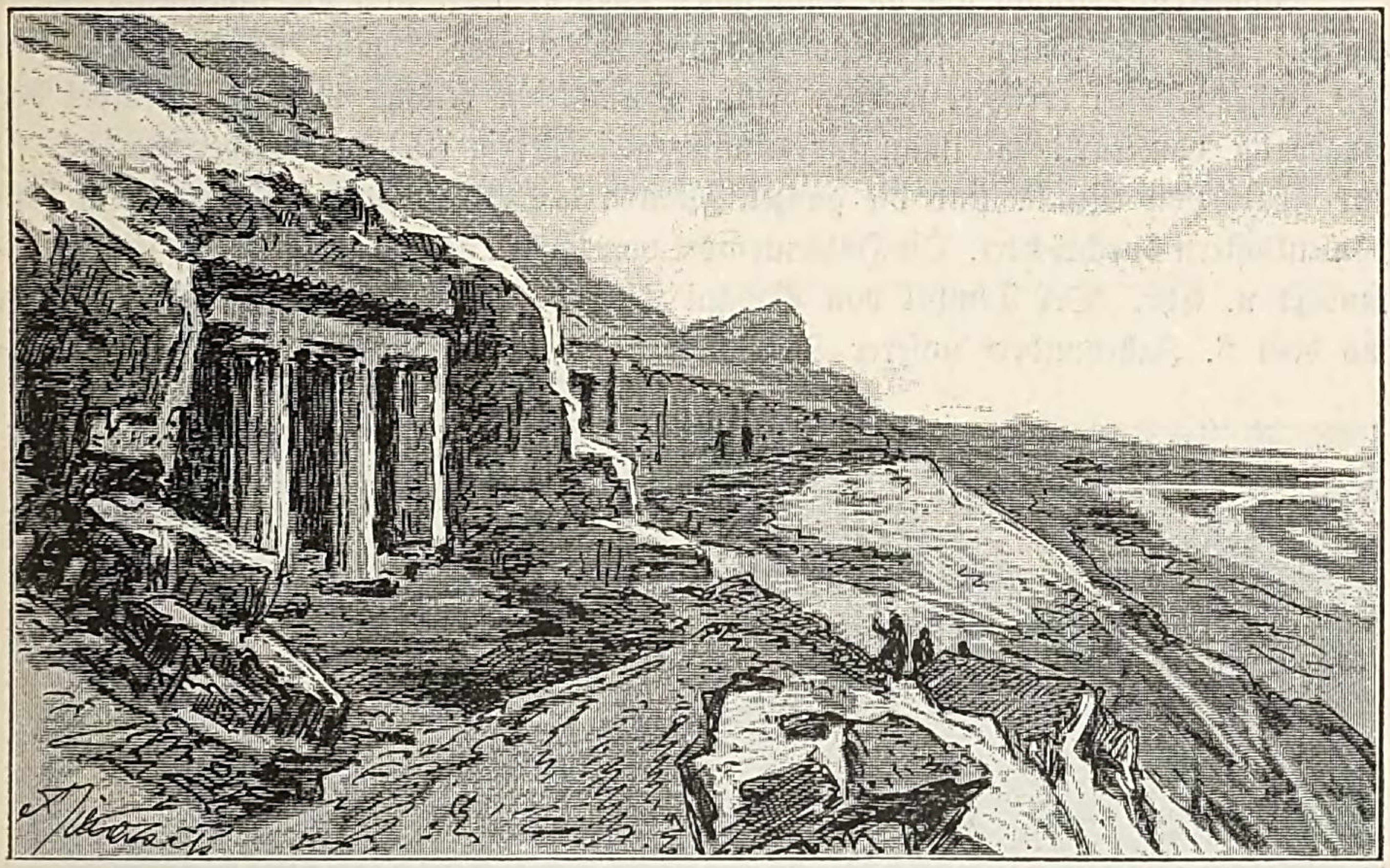
Solcher bedarf es namentlich für die Grabhöhlen und Höhlentempel von Aegypten, Indien, Anatolien 2c. Die anatolischen Höhlen sollen nach den neuesten Forschungen[2]) theils künstliche bewohnte, theils künstliche Grabhöhlen sein, deren Anfertigung aus verschiedenen Zeitaltern stammt und deren Zahl enorm ist. Die syrischen Grabhöhlen wurden bereits in den früheren Abschnitten erwähnt. Ueber die ägyptischen besteht eine sehr reiche Literatur. Lepsius und Brugsch haben viel zur Kenntniß der künstlichen Höhlengräber beigetragen und in Werken und Fachzeitschriften darüber publicirt. Die Funde von Särgen in den natürlichen Höhlen der lybischen Wüste betrachtet Brugsch als einen Beweis, daß dieselben aus den Gräbern entnommen und in diese Verstecke

[1]) Eine Ausräumung der Megale Katabothra hätte denselben Zweck erfüllt und hätte viel weniger Zeit und Geld gekostet.

[2]) „Vom goldenen Horn zu den Quellen des Euphrat", München und Leipzig 1893, in 8°.

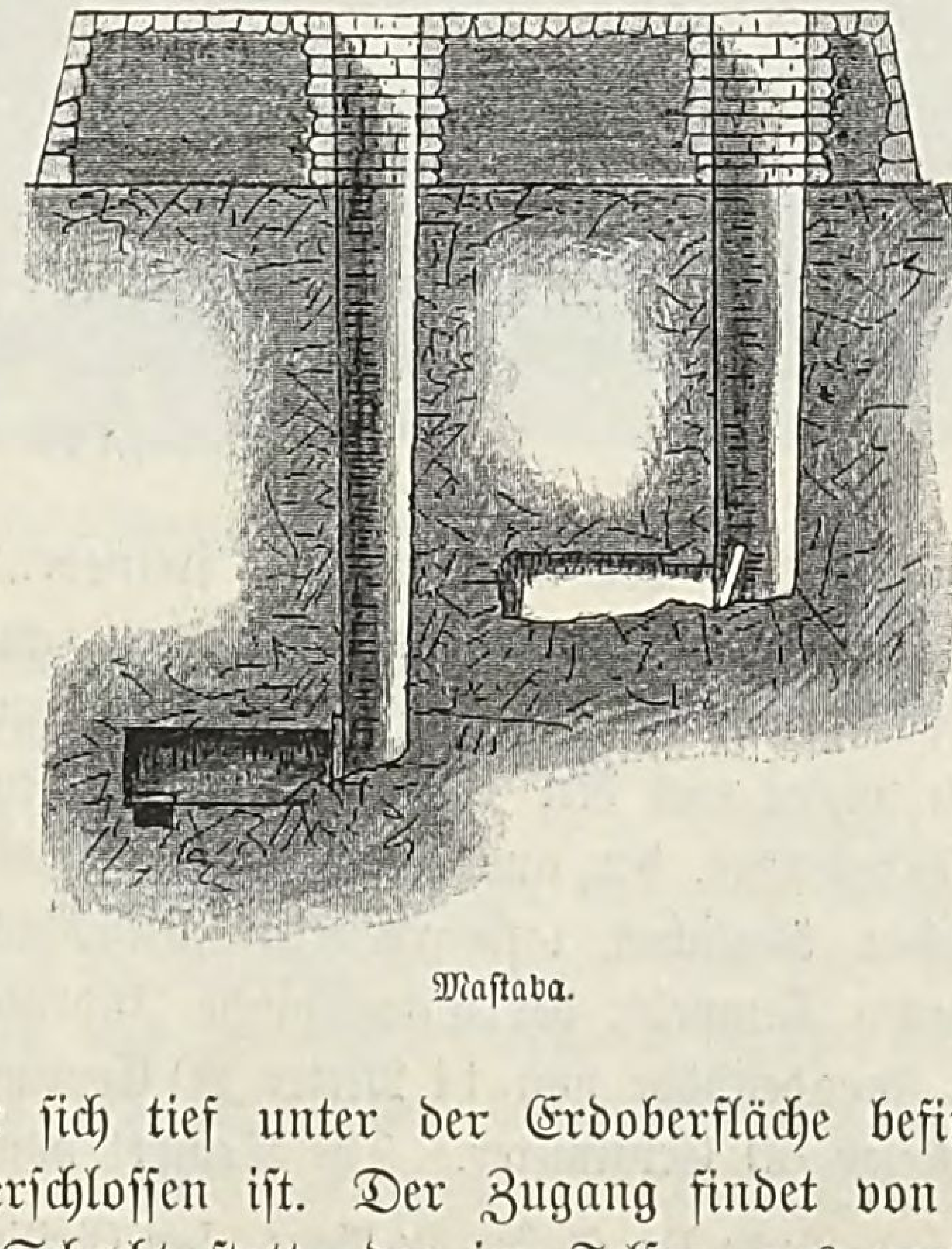
bei feindlichen Invasionen gebracht worden seien. Seine letzten großen Entdeckungen hat er in einer solchen natürlichen Höhle gemacht.

Sehr interessante Daten über ägyptische Grabstätten enthält auch das Werk „Aegypten" von Adolf Erman (Tübingen, ohne Jahreszahl). In demselben wird



Felsengrab von Beni Hassan in Aegypten.

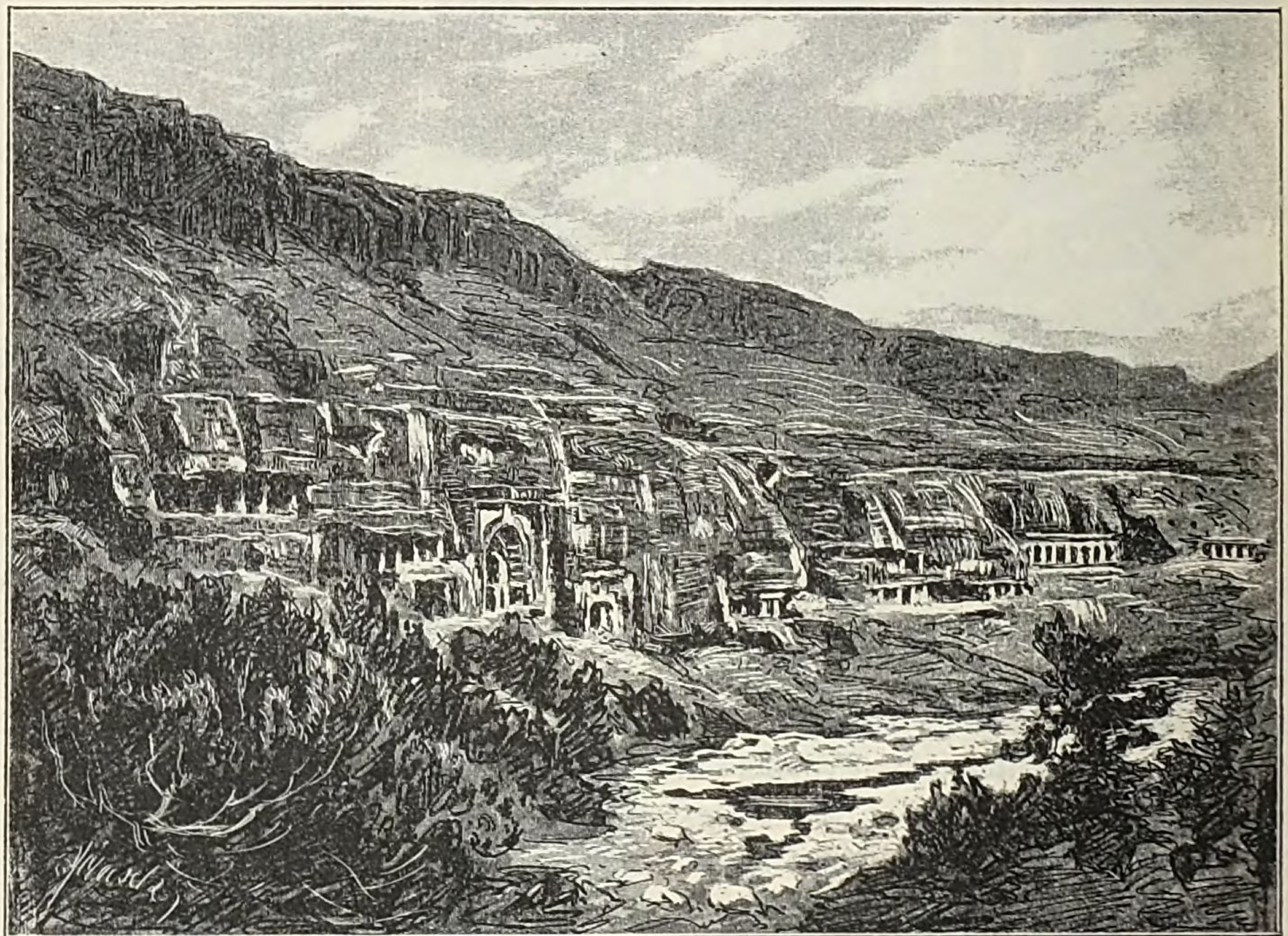
(S. 41) die große Todtenstadt von Theben erwähnt. Zahlreiche Gräber von Angesehenen liegen in den Felswänden nächst der Stadt (am linken Nilufer). Die großen Königsgräber aber liegen in der Schlucht, die Bibân el molûk genannt wird. Das Felsengrab von Beni Hassan, welches oben abgebildet erscheint, ist nach Lepsius' „Denkmäler aus Aegypten und Aethiopien" reproducirt, dem auch die weitere Angabe entnommen sein dürfte, daß sich auch an anderen Stellen dieser Bergwand (bei Zawijet el meitin und Gum el ahmar) alte, wichtige Felsgräber befinden. Von den Felsgräbern unterscheiden sich wesentlich die sogenannten Mastaba's, deren oberer Theil aus einem festungsartigen Mauerwerke mit ebener Plattform besteht, in welchem sich eine Cultuskammer befindet, die mit dem eigentlichen Grabraume in keiner Verbindung steht. Die Grabkammer liegt in einem Raume, der sich tief unter der Erdoberfläche befindet und der mit thürartigen Steinplatten verschlossen ist. Der Zugang findet von der Plattform aus durch einen senkrechten Schacht statt, der im Felsen ausgemeißelt ist. Es befindet sich in einem jeden dieser Mauerblöcke zumeist nur ein solcher Schacht,



Mastaba.

manchmal aber auch zwei. In letzterem Falle stehen aber weder die Schachte noch die Grabkammern miteinander in Verbindung, wie es die Abbildung S. 189 zeigt, welche dem angegebenen Werke entnommen ist. Nach Erman ist dies eine ideale Reconstruction von Chipiez.

Jüngeren Datums als die ägyptischen Höhlenbauten sind die indischen Höhlentempel. Das in Felsen gehauene buddhistische Kloster Bhaja nächst Karli soll 200 Jahre v. Chr. errichtet worden sein. Sämmtliche Klöster und Felsentempel der Umgebung von Karli hält man für ziemlich gleichalterig (2. Jahrhundert v. Chr.).[1]) Im Thale von Ajunta sind die ganzen Flanken des Berges mit Höhlentempeln und Höhlenklöstern durchlöchert. Die Höhlentempel von Ellora datiren vom 8. bis 16. Jahrhundert n. Chr. Der Tempel von Badani stammt aus dem 6., jene von Elephanta aus dem 8. Jahrhundert unserer Zeitrechnung. Eine besondere Gattung von Felsen-



Die Felsentempel von Ajunta nach Le Bon.

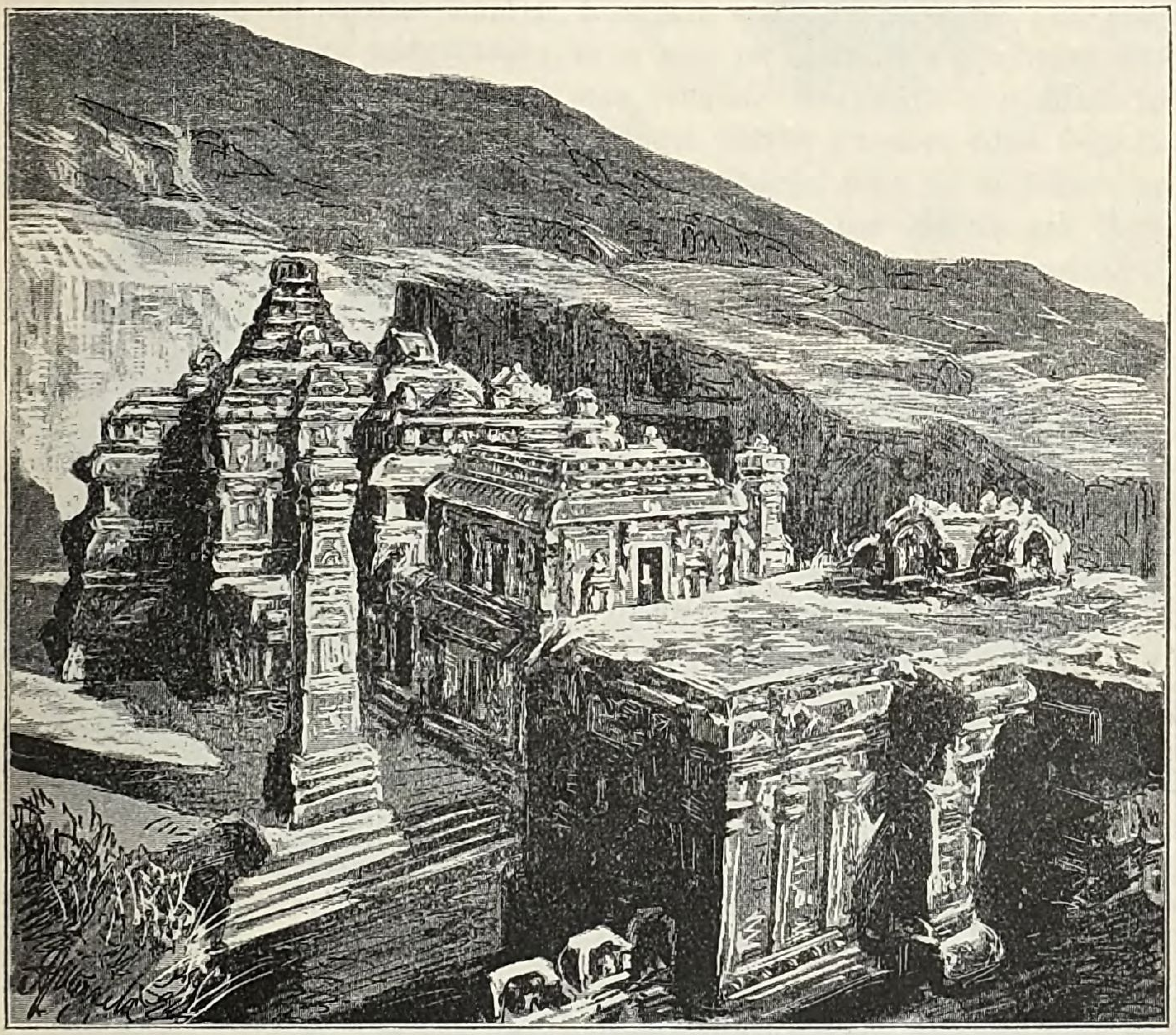
tempeln bildet der monolithische, freistehende Tempel von Ellora, der im Ganzen, mit allen seinen thurmartigen Aufsätzen (aus einem Stücke) aus dem Felsen herausgearbeitet worden ist. Auch seine Errichtung wird auf das 8. Jahrhundert gesetzt. Noch weiter von den künstlichen Höhlen entfernt sich der monolithische Tempel von Mahavellipore, der, aus einem Findlinge (erratischem Blocke?) herausgearbeitet, mitten zwischen ähnlichen, unbearbeiteten Riesenblöcken liegt.[2]) Der jüngste unter den erwähnten Tempeln, der unterirdische Indratempel von Ellora (16. Jahrhundert), hat eine Façadenhöhe von 11 Meter 20 Centimeter und im Innern eine Höhe von nur 2 Meter 60 Centimeter. Die Tempel von Elephanta sind weit höher.

---

[1]) Nach: Dr. Gustav Le Bon: „Les Civilisations de l'Inde“, Paris 1887, mit zahlreichen Abbildungen.

[2]) Abbildungen bei Le Bon, l. c., S. 431, Fig. 178, und S. 433, Fig. 179.

Emil Schlagintweit bildet in seinem Werke: „Indien in Wort und Bild" (Leipzig 1880) eine Anzahl von Höhlentempeln Indiens ab. Ueber dieses Thema siehe auch: „Archeological Survey of India" (Calcutta 1873) und: Fergusson's „Illustration of the work-rut Temples of India" (London 1845). Fergusson unterscheidet zwischen: Wihâra oder Klosterhöhlen und Tschaitya oder Höhlen und Höhlenbauten der Brahmanen und der Dschainias. Im Kankeri-Hügel auf Salsete sollen allein bei 20 Höhlentempel sein. Auch Hellwald bildet in seinem Buche „Haus und Hof" (Leipzig 1888), S. 365 und 366, Felsentempel von der Insel Elephanta ab. Die Felsentempel von Elephanta gehören wegen ihrer leichten Erreichbarkeit von



Aus dem Fels gemeißelter Tempel von Ellora in Indien. Nach Le Bon.

Bombay aus zu den meist beschriebenen. Höhlentempel und Gräber mag es in Indien übrigens weit mehr geben, als man glaubt.

Es wurden im Vorstehenden auch bereits gelegentlich der Besprechung der unterirdischen Steinbrüche die Labyrinthe erwähnt und betont, daß das berühmte kretische Labyrinth nicht mit jenen künstlichen Höhlen identisch ist, die man heute dafür ausgeben will. Alle Labyrinthe, von denen uns die antike Geschichte erzählt, waren oberirdische Bauwerke, wie dies auch aus den betreffenden Geschichtsstellen deutlich hervorgeht. Auch die meisten Katakomben dürften kellerartige, gemauerte Bauwerke gewesen sein, oder alte Steinbrüche, die sich für Grabstellen gut eignen mochten. Leider berücksichtigen die Literaturangaben viel zu wenig das, was den Höhlenforscher

vorzüglich interessirt, das heißt den Antheil, welcher auf natürliche oder künstliche Höhlen entfällt. Berühmte Katakomben besitzt Italien; jenen von Syrakus schreibt man ein sehr hohes Alter zu, wegen ihrer Aehnlichkeit mit phönicischen Grabkammern.



Monolithischer Tempel von Mahavellipore in Indien. Nach Le Bon.

Die ältesten Christen sollen schon hier ihre Todten bestattet haben. Als die großartigsten in der Anlage, die jene von Rom weit übertreffen, gelten die Katakomben von Neapel, von denen nur mehr die beiden oberen Abtheilungen erhalten sind. Die

unterste Abtheilung soll verschüttet worden sein. Die Nischen, in denen die Todten bestattet worden sind, werden in Italien „Loculi“ genannt. In Palermo sind im Jahre 1785 ebenfalls ausgedehnte Katakomben entdeckt worden. Bei Venosa (zwischen Neapel und Bari) hat man solche mit hebräischen, lateinischen und griechischen Inschriften gefunden. Einigen Katakomben schreibt man eigenthümliche Eigenschaften zu, wie z. B. den „Caveaux des Cordeliers“ in Toulouse (Frankreich), in denen die Leichen mumienartig vertrocknen.

Als die künstlichsten unter den künstlichen Höhlen dürfen wohl die Gartengrotten bezeichnet werden, denen zu Liebe manche natürliche Höhle ihres schönsten Schmuckes beraubt worden ist. Sie fehlen in keiner größeren Gartenanlage von der Renaissance- bis zur Zopfzeit, und bildeten lauschige, kühle und verborgene Orte, die ganz geeignet waren, um Träumereien nachzuhängen, wenn man die Sache vom günstigsten Standpunkte betrachten will. Häufig findet man künstliche Wasserfälle oder Wasserbecken in denselben. Die Gartenanlagen des Schlosses Wörlitz enthalten allein sechs künstliche Grotten. Fast in keinem Parke der Regentenschlösser fehlt die künstliche Grotte, und selbst einzelnen Sälen in den Schlössern gab man das Ansehen von Grotten. Der Vollständigkeit halber mußten sie erwähnt werden; sie hätten aber ebenfalls übergangen werden können wie die in prähistorischer Hinsicht sehr wichtigen, für den Höhlenforscher aber unwichtigen Wohngruben, welche in einfachen Erdaushebungen bestanden, die wahrscheinlich in der Art der Zigeuner-Grubenwohnungen überdacht worden sind. Das mehrerwähnte Lehrbuch von Dr. Moriz Hörnes: „Die Urgeschichte des Menschen nach dem heutigen Stande der Wissenschaft", Wien 1892, bringt über die Wohngruben ausführliche Nachricht, was für jene Leser hinzugefügt sei, die sich ausschließlich mit der anthropologisch-prähistorischen Richtung der Höhlenforschung zu befassen beabsichtigen.

Unter die künstlichen Höhlen wären auch noch jene Stollen zu rechnen, welche zur Erschließung von Quellen, besonders von Heilquellen, abgebaut wurden. Gastein besitzt einen solchen, sehr alten Quellenstollen, der vor seiner Auskleidung mit Cement der einzige Fundort des „Reißacherit" (eines pulverförmigen, manganhältigen Minerals von dunkelbrauner Farbe) war. Der sogenannte „Ursprung" in Baden (bei Wien) ist ein Römerstollen, an dessen Ende die heißeste Schwefelquelle entspringt. Auch die Galerien von Tivoli können hierher gerechnet werden. Durch unsere Eisenbahnbauten wurden zahlreiche Berge durchbohrt, welche späteren Forschern vielleicht ebenso Anlaß zu Mißverständnissen geben werden, wie die alten, vergessenen Straßenzüge aus der Römerzeit sie den heutigen schon bieten. Auch Straßentunnels gibt es in großer Zahl (Straße von Riva nach Ledro — nächst der Bresenyklause im Thale der steirischen Salza — um den Sonnenstein am Gmundnersee; Loibelstraße in Krain 2c.) und selbst Flüsse wurden durch Tunnels abgeleitet. Fürwahr, an Mannigfaltigkeit fehlt es nicht bei den künstlichen und künstlich erweiterten, natürlichen Höhlen!

IX. Capitel.

Das Ende des Höhlenbildungsprocesses.

A. Ausfüllung der Höhlen.

Es wurde schon in den vorigen Capiteln mehrfach darauf hingewiesen, daß die Innenräume der Höhlen vielfachen Veränderungen unterworfen sind. Durch Deckenbruchstücke wird ihr Boden immer mehr aufgefüllt, und die Höhle nähert sich der Oberfläche. Wo genügendes Gefälle vorhanden ist, kann bei Wasserhöhlen auch das Gegentheil vorkommen, der Höhlenbach gräbt sich immer tiefer ein, und die Höhle wird höher und kluftförmiger, ohne daß von der Decke sich einzelne Partien abzulösen brauchen. Eine solche Höhle ist jene von Bramabiau (Wasserhöhle des Bonheurflusses) in Südfrankreich (siehe S. 47). Wo das stärkere Gefälle aufhört, werden die losgelösten, oder von weiterher mitgeschwemmten Materialien deponirt, gerade wie dies bei oberirdischen Flüssen an Stellen mit geringem Gefälle der Fall ist. Bleibt dann der Fluß aus, das heißt: verlegt er sein Bett aus irgend einer Ursache, so wird die Höhle zu einer trockenen Grotte und die Anschwemmung bleibt dauernd liegen. Nach den Untersuchungen von Dr. Martin Kříž beträgt die Höhe der Aufschüttung in den Slouperhöhlen (in Mähren) bis zu 24 Meter. Um diesen Betrag waren die Räume einst höher. Szombathy nimmt einen Zustand der Ruhe zwischen der Bildungs- und Zerstörungszeit an, was jedoch nur insoferne richtig ist, als die zu trockenen Grotten gewordenen Erosionshöhlen nicht mehr den heftigen Angriffen der Höhlenbäche ausgesetzt sind, und für sie eine Zeit relativerer Ruhe eingetreten ist. Ein absolutes Stadium der Ruhe kennt die Natur ja nicht. Alles ist in einer fortwährenden Umbildung begriffen, und wo eines dieser Umbildungsmomente außer Action tritt, kommt sofort ein anderes an seine Stelle.

Die Einschwemmung beginnt schon zur Zeit, als die Höhle sich noch bildet, wie oben nachgewiesen worden ist. Ueber jene Schichten, die oft mehrfach hin- und hergeschwemmt worden sind bis sie zur Ruhe kamen, lagern sich dann in den trocken gewordenen Grotten andere, jüngere Schichten ab. Hochwässer bringen durch die Mündung periodisch ein und deponiren ihre Sedimente, die in Form von Lehm zurückbleiben. Durch weitere Klüfte wird Sand oder Erde durch die Decke eingeschwemmt, und man unterscheidet diese leicht durch ihre kegelförmige Lagerung unterhalb der Klüfte. Weiters kommt darüber Kalkschlamm aus engeren Klüften, oder kalkhältiges Wasser überzieht den Boden mit einer Sinterdecke. An der Decke bilden sich in Höhlen im Kalksteine Stalactiten, und Stalagmiten wachsen vom Boden empor. Wo Querklüfte die Höhle durchsetzen, wird ein förmlicher Abschluß durch die Tropfsteinbildung erzeugt. Hinter diesem füllt sich der Raum successive mit vom Tage durch Klüfte eingeschwemmmtem

Erdreiche und mit den bei der Auflösung des Kalkgesteines zurückbleibenden unlöslichen Bestandtheilen desselben, und so „verwächst" — wie der Ausdruck lautet — die Höhle gänzlich.

Die Ausfüllungsmaterialien sind manchmal ganz merkwürdiger Art. Es gibt Höhlen, in denen das Ausfüllungsmaterial ein so fremdartiges ist, daß man seine Anwesenheit in der Höhle kaum zu erklären vermag. Ein Beispiel dieser Art ist das Koppenbrüllerloch im oberösterreichischen Salzkammergute, in dem ein Conglomerat vorkommt, welches Quarz- und Iserinkörner enthält. Die Höhle liegt mitten in einer triadischen Kalkzone, in welcher es solche Materialien anstehend nicht gibt. Allerdings ist ein ähnliches, sandiges Conglomerat im nahen Koppentunnel entdeckt worden, aber auch da befinden sich diese, dem krystallinischen Gebirge angehörigen Mineralien jedenfalls auf secundärer Lagerstätte. Ein eben solches Räthsel sind die in der Sguba jama nächst der Jeržanova dolina bei Adelsberg entdeckten sandigen Ablagerungen, welche aus Quarzkörnern, Glimmerblättchen, einer satinoberartigen Erdart und zahlreichen Bruchstücken von Muscheln der Tertiärformation bestehen (siehe S. 53). Diese Ablagerung ist unzweifelhaft das Zersetzungsproduct einer vollkommen zerstörten Gebirgsart. Es gibt aber weit und breit keine Gebirgsart, welche ein derartiges Zersetzungsproduct zu liefern im Stande wäre, und das Räthsel dieses Vorkommens läßt sich wie bereits erwähnt, nur mit Hilfe der Theorie von G. Stache (dem jetzigen Director der k. k. geologischen Reichsanstalt) lösen, welcher die Entstehung der sogenannten Terra rossa dadurch erklärt, daß er annimmt dieselbe sei aus einem derzeit erodirten pyritreichen Gestein entstanden, und befinde sich am Karste derzeit auf secundärer Lagerstätte. Auf ähnliche Weise kann auch die Ablagerung in der Sguba jama entstanden sein. Das Gestein, welches das Zersetzungsproduct geliefert hat und welches (nach den Muschelresten zu urtheilen) über der Kreideformation lag, mag vollständig erodirt sein; sein Zersetzungsproduct aber wurde durch die Einschwemmung in die Höhle erhalten, und dadurch lassen sich wieder Schlüsse ziehen auf die vormalige Ueberlagerung der Kreideformation am Karste.

In solchen Höhlen, die von Thieren oder von Menschen bewohnt waren, kommen wieder andere Ausfüllungsmaterialien vor. In der Gailenreuther Höhle sind die tieferen Partien mit Knochen, Gesteinsbrocken, Lehm und einer dunklen Erdart hoch aufgefüllt. Die Knochen gehören Thieren der diluvialen Fauna an, der Lehm ist eingeschwemmt und die dunkle Erde wird von Gümbel als thierische Erde bezeichnet. In der von Hochstetter untersuchten und theilweise ausgebeuteten Kreuzberghöhle bei Laas (in Krain) befanden sich die meisten Knochen in einem Lehmberge, dessen Oberfläche an verschiedenen Stellen mit Tropfsteinbildungen überkleidet war. Von einer thierischen Erde erwähnt Hochstätter nichts.[1]) Auch durch menschliche Anwesenheit häufen sich Schichten eigenthümlicher Art an, welche den Boden der Höhle erhöhen helfen. Man nennt sie Culturschichten. Es sind dies die Ueberbleibsel organischer oder anorganischer Stoffe, welche von den Bewohnern in die Höhe getragen wurden, um ihnen als Speise oder zur Erzeugung von Geräthschaften zu dienen. Auch anorganische Dinge brauchten sie mitunter, und der prähistorische Mensch scheint damit weder sorgfältig umgegangen zu sein, noch seine vorübergehende Wohnung sehr sauber gehalten zu haben, denn fast in jeder Höhle, die Spuren trägt, daß sie zur prähistorischen Zeit bewohnt war, findet

[1]) „Die Kreuzberghöhle bei Laas und der Höhlenbär", von Ferdinand v. Hochstetter, mit 3 Tafeln und 6 Holzschnitten im Texte. Denkschriften der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften math. naturwissenschaftl. Classe, XLIII. Band, Wien 1881.

man eine ganze Schichte von Küchenabfällen Topfscherben, Serpentin- oder Feuersteinsplittern, Kohlen und Aschenhaufen u. s. w. Auch die Plätze vor den Höhlen sind oft hoch mit ähnlichen Dingen aufgefüllt, über welche sich eine spätere Schichte von Gehängeschutt und abgeschwemmter Erde gelagert hat. Auch vor Bärenhöhlen findet man, wallartig aufgethürmt, die Materialien, welche die Bewohner im Frühling aus ihrer Höhle herauszuschaffen pflegten.

Durch Erhöhung des Vorplatzes wird ein gegen das Innere der Höhle gerichtetes Gefälle erzeugt. Der Regen schwemmt daher die vom Gehänge herabkommenden, leichter transportablen, erdigen Bestandtheile in das Innere der Höhle, und diese füllt sich mit diesen Materialien bis die Mündung verlegt ist. Der noch frei gebliebene leere Raum im Innern wird dann durch jene Materialien vollends ausgefüllt, welche durch Klüfte in die Höhle gelangen können, und, nachdem dieselben durch die Mündung nicht mehr hinausgeschwemmt werden können, so geht der Ausfüllungsproceß um so rascher vor sich.

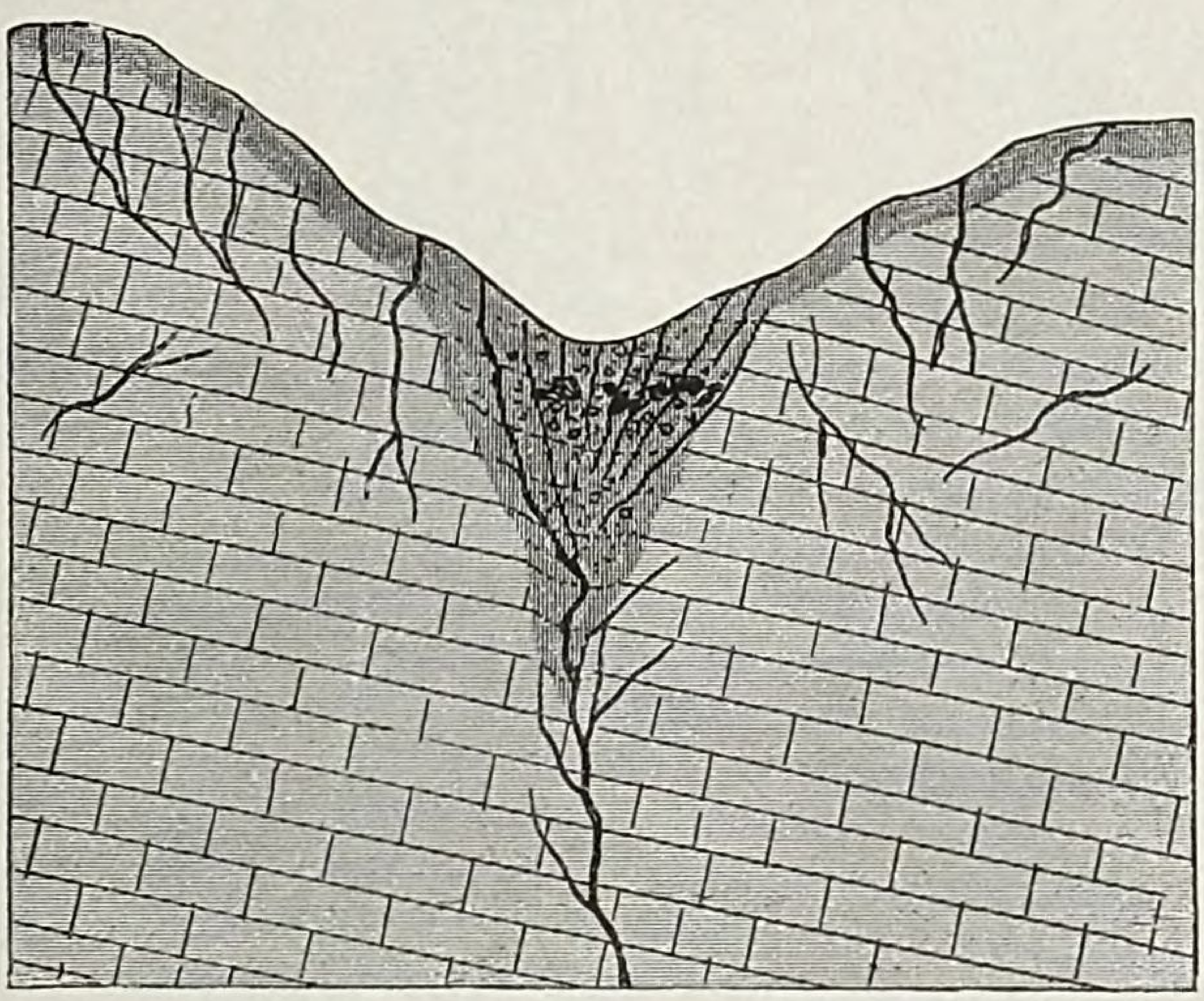
Ein anderes Beispiel der Ausfüllung einer Höhle liefert die sogenannte Fledermaushöhle in der „hohen Wand" nächst Wiener-Neustadt, deren Gefälle bergeinwärts gerichtet ist. In der Nähe der Mündung hat sich eine Schuttriese gebildet, durch welche bereits ein Theil der Höhle total ausgefüllt worden ist. Nur der vordere Raum war 1885 noch zugänglich, aber auch dieser war schon stark reducirt. Weiter im Innern mögen vielleicht noch offene Räume existiren; der Zugang zu dem vorderen Raume wird jedoch bald spurlos verschwunden und in wenig Jahren wird die Existenz dieser Höhle vergessen sein.

Schachthöhlen können durch Einschwemmung weit leichter ausgefüllt werden, als horizontale. Die Bohnerzgruben der Wochein (Krain) sind nichts Anderes, als ausgefüllte, alte Naturschachte, in denen sich die Bohnerze aus eingeschwemmten Pyriten umgewandelt haben. Auch diese Erscheinung spricht für die Ansicht Stache's, daß einst ein pyritreiches Gestein am Karste vorhanden gewesen sein muß, welches erodirt ist, und dessen einstige Existenz nur mehr durch seine an geschützten Stellen noch zurückgebliebenen Zersetzungsproducte nachweisbar ist. Im Guttenfelderthale in Krain findet man in Alluvialboden Knollen von Eisenoolithen in großen Mengen, die früher sogar verhüttet worden sind. Woher sie stammen, ist derzeit nicht nachweisbar. Sie liegen in großen Mengen in der Dammerde, aus welcher sie ausgeackert werden und sofort durch ihre lebhafte, rothe Farbe auffallen. Nachdem das Guttenfelderthal ein typisches Kesselthal ist, in dem es keinen oberirdischen Wasserlauf gibt, so mußten alle Abschwemmungsproducte der höheren Lagen sich im Thalgrunde ansammeln, geradeso wie in Höhlen, in denen der Höhlenbach ausgeblieben ist, die durch Klüfte eingeschwemmten Producte sich am tiefsten Punkte anhäufen müssen.

Sehr häufig werden Schachthöhlen durch das übliche Hineinwerfen von Steinen am Grunde successive ausgefüllt. Die Einschwemmung trägt dann noch das Ihrige dazu bei, um den Schlund noch mehr auszufüllen. Es mag viele derartige, vollständig ausgefüllte Schlünde geben, von deren Existenz man keine Ahnung hat. Je enger der Schlund ist, desto leichter kann er ausgefüllt werden. Thatsächlich sieht man in Eisenbahneinschnitten und sonstigen Aufschlüssen, besonders am Karste, zahlreiche angeschnittene Erosionsschlünde, die mit Terra rossa vollkommen ausgefüllt sind. Selten nur findet man dort andere Ausfüllungsmaterialien; dagegen fand Dr. Hedinger in einer Höhle bei Nabresina, die vom Grunde einer Doline schräg nach abwärts führte, unter dem recenten Schutte, der aus Erde und Steinen bestand, den gleichen gelb-

braunen Höhlenlehm, wie er sich in allen Wasserhöhlen vorfindet, trotzdem es auf der Oberfläche nicht an Terra rossa-Lagern in der Umgebung fehlt. Hierauf könnten sich die kühnsten Hypothesen bauen lassen; es genügt aber, darauf hinzuweisen, daß zur Zeit der Ablagerung des Höhlenlehms entweder keine Communication mit der Oberwelt durch die Doline bestanden hat, oder daß die Terra rossa damals noch nicht in der Nähe der Höhle abgelagert war. Weitere Schlüsse kann jeder Leser selbst daran knüpfen.

Jeder Schlund und jede Höhle, deren Function das Wasser abzuführen unterbrochen ist, muß der Ausfüllung ausgesetzt sein. Das Gleiche gilt von allen übrigen, mit der Höhlenbildung im Zusammenhang stehenden, oberirdischen Depressionen (Dolinen, Karsttrichtern &c.). Man findet in Aufschlüssen die mit den Erosionsschlünden so nahe verwandten Karsttrichter angeschnitten und bis zum obersten Niveau vollkommen ausgefüllt. Čvijič will aus diesen beweisen, daß sie oberirdischen Ursprunges sind, und bildet einen solchen ausgefüllten Trichter ab, den er Doline



Verschlämmter Karsttrichter nach Čvijič

gleich allen übrigen Depressionen, inclusive der röhrenförmigen, nennt. Letztere heißt er brunnenförmige Dolinen oder Dolinen vom Trebičtypus. Gerade aus dieser Zeichnung resultirt in schlagender Weise, daß diese steile Trichterform auf keine andere Weise entstanden sein kann, als durch in die Tiefe sinkendes Wasser, und darum ist diese Abbildung hier genau reproducirt, um zu zeigen, daß nur die nach der Tiefe führende Kluft den Trichter erzeugt und ihre Verlegung die Ausfüllung bewirkt haben kann.

B. Einsturzerscheinungen.

Einen rascheren Verlauf als die Ausfüllung bewirkt der Einsturz, um das Ende einer Höhle herbeizuführen. Ausgefüllte Höhlen können immerhin durch einen Zufall wieder geleert werden, eingestürzte sind aber gründlich zerstört. Dawkins nimmt an, daß die Höhlen von der Mündung an einstürzen, und daß aus ihnen

zuerst enge Schluchten und später durch Abböschung der Steilwände Thäler werden. Diese Ansicht gründet er auf seine Beobachtungen in zahlreichen Höhlen der englischen Devonformation; sie trifft aber schon bei den mährischen Höhlen der gleichen Formation nicht mehr überall zu, denn dort erfolgt der Einbruch nicht an einer einzigen Stelle (der Wasseraustrittsstelle nach Dawkins), sondern mitunter auch zugleich an verschiedenen Punkten des Verlaufes der Höhlen. Ein Theil des Thales der Punkva ist eine eingestürzte Höhle, von welcher noch ein Rest stehen geblieben ist, in dem der Fluß bald nach seinem Ursprunge nochmals auf eine kurze Strecke verschwindet. Der sogenannte Punkva-Ursprung ist eine schmale, mit Steinblöcken stark aufgefüllte Höhle, welche von Kříž untersucht worden ist, und welche Wankel als „grüne Grotte" den



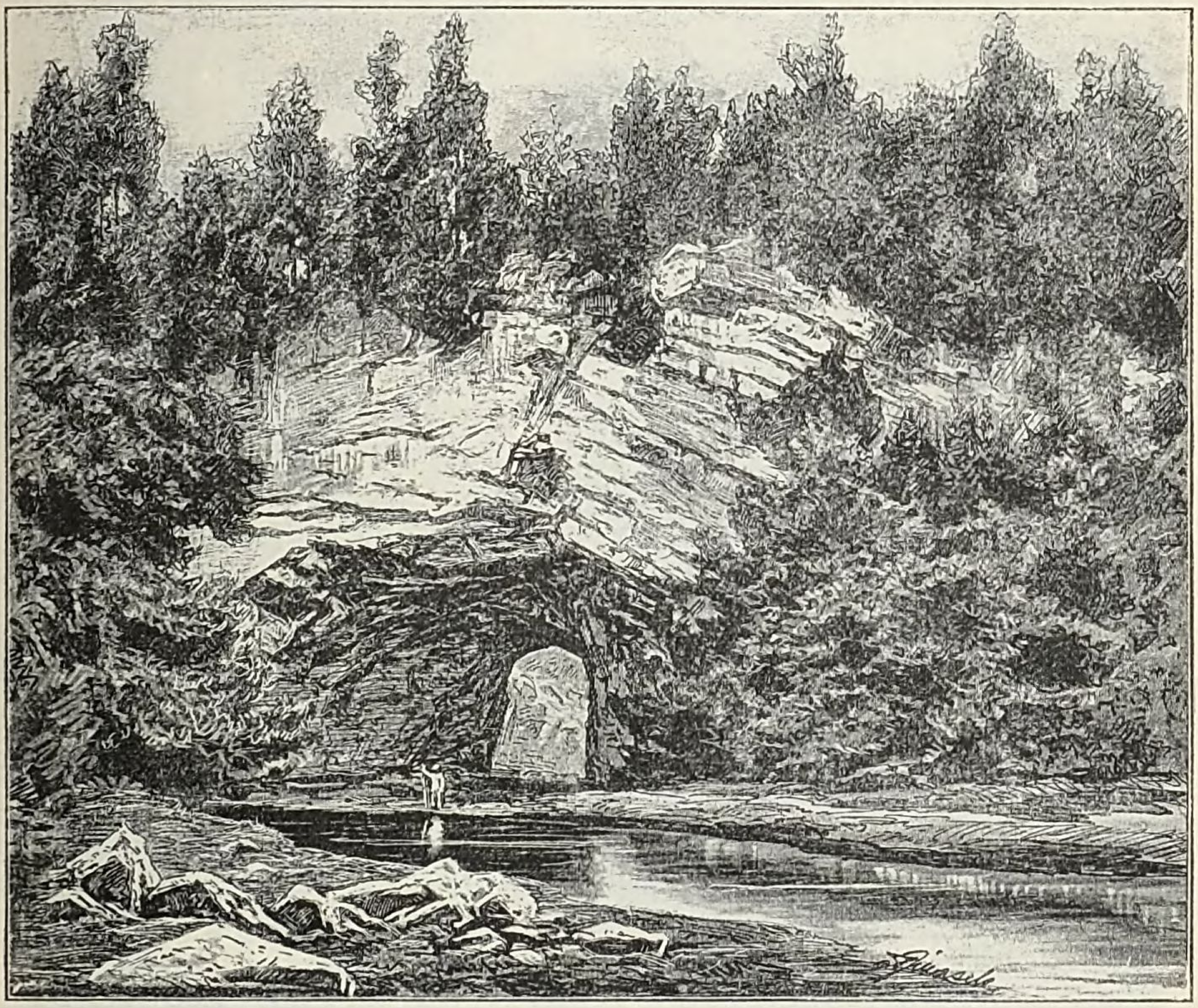
Ausfluß des Punkva nach einer Photographie von Dr. Kříž.

blauen Grotten von Capri und Busi an die Seite zu stellen versucht hat. Durch Kříž wurde jedoch nachgewiesen, daß dieses Naturwunder nur ein Phantasiegebilde seines Landsmannes sei. Die Tiefe der Höhle, aus welcher die Punkva heraustritt, beträgt (rund) 80 Meter. 400 Meter vom Eingange der Höhle (der Luftlinie nach) befindet sich der schauerliche Schlund der Mazocha, einer der großartigsten Einstürze in Bezug auf Ausdehnung, Tiefe und Steilheit.[1]) Weiters zieht sich ungefähr in der geraden Fortsetzung der Linie Punkva-Ursprung Mazocha, am Plateau noch eine ganze Reihe von dolinenartigen Bodensenkungen in einer etwas gekrümmten Linie fort. Man hat es also nicht mit einem Thalbildungsprocesse zu thun, der von der Flußmündung allein vorwärts schreitet, sondern mit einem solchen, der auch im

[1]) Der große Schlund von Didymi in Griechenland hat nach Boblaye 300 Meter Durchmesser, aber nur eine Tiefe von 25 Metern, während jene der Mazocha 150 Meter beträgt.

ganzen übrigen Verlaufe der Höhle durch Einbrüche schon vorbereitet ist. Dieses eine Beispiel dürfte für die Devonformation genügen. An der Mündung ist der Proceß bis auf eine kleine Strecke bereits abgeschlossen, am Grunde der Mazocha ist der Wasserlauf ebenfalls wieder sichtbar, und im übrigen Verlaufe bilden die nahe aneinander liegenden Depressionen eine Art unabgeschlossener Furche, welche andeutet, daß die Senkungen durch ein aus der Gegend der Slouper Höhlen kommendes Wasser bewirkt worden sind, wo auch thatsächlich ein Bach verschwindet.

Nachdem aber die Punkva mehr Wasser führt als an dem erwähnten Orte verschwindet, so ist anzunehmen, daß sie auf ihrem unterirdischen Wege noch andere Zuflüsse aufnimmt, deren Ursprung Kříž auch nachgewiesen hat. Interessant ist es,



Große Naturbrücke über den Rakbach nach einer Photographie von Schäber.

daß auch auf der kurzen Strecke, auf welcher die Punkva nach ihrem Austritte von der sogenannten Ursprungshöhle nochmals verschwindet, abermals ein vermehrtes Wasserquantum nach dem Wiedererscheinen bemerkbar ist. Auch wurde constatirt, daß nach localen Gewittern von geringer Ausdehnung bei der letzten Austrittsstelle manchmal Trübungen vorkommen, während das Wasser des Oberlaufes klar bleibt.

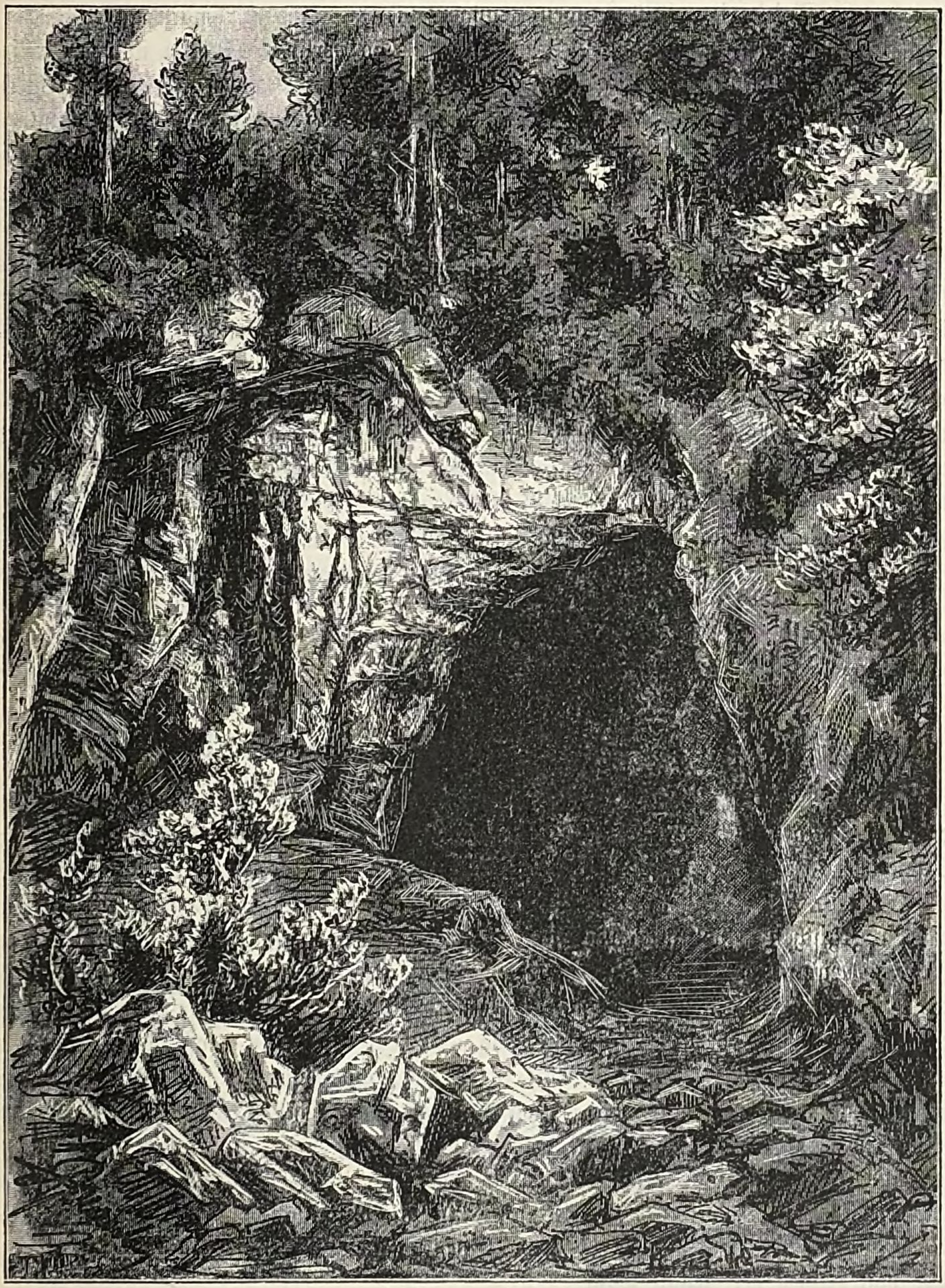
Die gleiche Erscheinung, daß ein Thalbildungsproceß an jeder beliebigen Stelle einer Höhle durch Einsturz der Decke sich vollziehen kann, läßt sich auch noch deutlicher an einem Höhlencomplexe im krainerischen Karste zwischen Adelsberg und Zirknitz nachweisen. In den Fürst Windischgrätz-Höhlen in den Forsten von Haasberg sieht man alle Stadien des Thalbildungsprocesses durch Höhleneinsturz mitten im

einstigen Verlaufe einer Höhle, die vom Zirknitzer- bis in das Planinathal gereicht haben muß. Der mittlere Theil des Rakbachthales trägt alle Merkmale einer vollendeten Thalbildung. Diese Merkmale treten jedoch nach den beiden Enden dieser 2 Kilometer langen Strecke immer mehr zurück, und deutliche Beweise der Entstehung der Thalfurche durch den Deckenbruch einer Höhle treten an ihre Stelle. Am Westende derselben sind diese Beweise sehr augenscheinlich. Ein mächtiger Bogen überspannt hier als letzter Rest der eingestürzten Höhle den Bach, der weiterhin durch Steilwände klammartig eingeschlossen ist, bis ihn der weite Rachen einer Höhle aufnimmt. Diese Steilwände sind die alten Widerlager der einstigen Höhle, deren Decke in Form von Gesteinstrümmern nun den Boden der Klamm hochauf bedeckt. Die Einsturzerscheinungen sind hier so deutlich, daß Martel sie als eine der größten Sehenswürdigkeiten von Europa bezeichnet. Dabei ist die Gegend von hoher landschaftlicher Schönheit. Die ungemein malerische Ruine des Kirchleins des heiligen Kanzian liegt dicht an der merkwürdigen, großen Naturbrücke unter hundertjährigen Baumriesen, wie man sie am Karste gar nicht suchen würde. Dieser prachtvolle Wald dehnt sich meilenweit aus, über den Rücken des Javornig bis zum Krainer Schneeberge, trotz aller Karsterscheinungen, die gerade in diesem Hochwalde massenhaft auftreten.


Kleine Naturbrücke in den Haasberger Forsten.

Im Haasberger Forste kann man am besten das Zusammenwirken der oberirdischen mit der unterirdischen Erosion studiren. Ein lehrreicheres Terrain dürfte es kaum geben. Die schlanke, kühn geschwungene, kleine Naturbrücke, ein letzter, kaum 3 Meter mächtiger Bogen, der von einer eingestürzten Höhlendecke übrig geblieben ist, überspannt einen Raum (mit 15 Meter Spannweite), dessen Sohle von Felsblöcken aufgefüllt ist, und den senkrechte Wände umschließen. Zur Naturbrücke reicht die Erosion der Höhlenwässer nicht hinauf. Höchstens können sie die Widerlager derselben unterwühlen. Was derzeit hauptsächlich an ihrer Zerstörung arbeitet, das sind die atmosphärischen Einflüsse, Regen, Frost, Bora u. dgl. Daß alle die kurzen Höhlen nächst dem Rakbachursprunge einst zusammenhängend waren, geht schon aus der Kürze und der fast kreisrunden Form der offenen Unterbrechungsstellen hervor. Brechen die bereits vielfach geborstenen, kurzen Höhlenstrecken ein, so wird das Thal um etwa 300 Meter länger werden, und gerade denselben klammartigen Charakter erhalten, den sein Ende (nächst der Rakbachschwinde) gegenwärtig besitzt. Es wäre dies also ein Thalbildungsproceß durch Einsturz von Höhlen im Sinne von Dawkins, nur daß er sich an mehreren Punkten zugleich und nicht von der Mündung aus

allein vollzogen hat. Die geringe Mächtigkeit der Höhlendecken läßt ihre Neigung zum Einsturze begreiflich erscheinen. Diese geringe Mächtigkeit rührt — es kann dies



Rakbachschwinde.

nicht oft genug betont werden — sowohl von der Unterwaschung, als auch vom subärischen Abtrage (Denudation) her.

Wenn Höhlen einbrechen, die in mürbem Gesteine liegen, so findet man darin gewiß nichts Wunderbares. Von den Schwefelhöhlen in Siebenbürgen existirt nur

mehr ein geringer Theil. Das durch die Schwefeldämpfe zersetzte Gestein verliert seine Widerstandskraft und zerbröckelt leicht. Aber auch consistentere Gesteine können durch mannigfaltige Ursachen brüchig werden. Hierzu sind vor Allem die Erderschütterungen zu rechnen. Bei weiten Mündungen genügen die langsam wirkenden äußeren Einflüsse, um das Gefüge des Gesteines zu lockern. So berichtet Spöttel in den „Mittheilungen der Section für Höhlenkunde" (Nr. 3 und 4, Decemberheft, Wien 1885), daß die als Fundstelle in anthropologischer und in osteologischer Hinsicht wichtige Haligorczer Höhle bei Rothkloster in der Zips (Ungarn) im Herbste 1884 eingestürzt sei.

Behrens erwähnt (l. c. S. 66), daß vor seiner Zeit (1720) die „Heimkäle" genannte Höhle in Thüringen früher einen Ausgang in den oberen Theil des Berges besessen habe, „der aber mit Steinen ganz und gar zugefallen ist". Theilweise Verstürzungen werden in der Literatur vielfach erwähnt. Bei steilen Höhlen (Padričgrotte, Hallerloch ꝛc.) bleiben die Bruchstücke nicht unter der Abbruchstelle liegen, sondern kollern von einer Etage auf die andere und bauen die Sohle vom Höhlenende aus auf. Die Zwischenräume der Blöcke werden mit Lehm ausgefüllt und derlei Höhlen können ein Ende nehmen gleich einer Doline, deren Abzüge verstopft sind. Sie werden so total ausgefüllt, daß man keine Ahnung von ihrer Existenz mehr hat, bis sie nicht zufällig angeschnitten werden, und durch ihr Ausfüllungsmaterial verrathen, daß hier einst ein Hohlraum bestanden hat.

C. Zerstörung durch Menschenhand.

Wenngleich die Höhlen als Naturmerkwürdigkeiten Interesse erregen, so pflegen sie doch nicht geschont zu werden, wo sie der praktischen Ausbeutung der Gesteine im Wege stehen, in denen sie sich befinden. So verschwinden nach und nach die Höhlen im Dolomite von Baden wegen der Gewinnung des Dolomitsandes. Von den württembergischen Quelltuffhöhlen ist nur mehr eine einzige unversehrt, denn der ungemein leichte und dabei doch wetterbeständige Tuffstein wird für Hochbauzwecke stark gesucht. Die erwähnte Höhle ist das „Todtenloch" im Tufffelsen von Unterdrackenstein, und sie verdankt ihre Rettung nur dem Umstande, daß ober der Höhle die Kirche erbaut ist. Ganz unversehrt ist sie aber trotzdem nicht geblieben, denn die obere Mündung, von der die Sage noch berichtet, ist verschüttet. Selbst die berühmte Höhle, in welcher der Neanderthal-Schädel gefunden worden ist, existirt nicht mehr, gleich vielen anderen Höhlen von Westphalen. Wo durch menschliche Eingriffe eine Höhle zerstört wird, da geschieht dies so gründlich, daß auch der routinirteste Höhlenforscher nicht mehr sagen kann, „hier befand sich einst eine Höhle", wenn er den Platz nicht von früher her genau kennt.

Wo die Natur zerstört, dort läßt sie ein Denkzeichen zurück, dessen Hieroglyphen man enträthseln kann. Aber ewig dauern auch diese Denkzeichen nicht, denn Alles ist vergänglich auf dieser Welt. Als solche Denkzeichen können betrachtet werden: Die im Capitel der Nischenhöhlen erwähnten Reste von zerstörten Höhlen in Steilwänden, gewisse

Naturbrücken, isolirte Felskegel in der Mitte von thalartigen Depressionen, welche von Einstürzen herrühren, aus Trümmerwerk entspringende Riesenquellen u. dgl. m. Die Mitwirkung der oberirdischen Erosion zerstört die Anzeichen, die auf die ehemalige Existenz einer Höhle schließen lassen, verhältnißmäßig rasch, und das Relief erhält immer mehr den Charakter, als ob es durch reine, oberirdische Erosion gebildet worden wäre. Die letzten, schwachen Spuren von zerstörten Höhlen aufzufinden, dazu gehört ein geübtes Auge. Besser erhaltene sind aber Jedermann klar, der vorurtheilslos darüber urtheilt. Selbst Martel, der durchaus nicht zu den Freunden der Einsturztheorie zählt, erklärt die Depression in der Umgebung der Quellen von Benikovi in Griechenland, aus denen (nach Sidéridès) der Sarantapotamos wieder zu Tage kommt, als eine Einsturzerscheinung, und gibt zu, daß der dortige isolirte Felspfeiler der Rest des Widerlagers einer eingestürzten Höhle sein könne. Auf diesen hohen Pfeiler kann das Dichterwort angewendet werden:

Noch eine hohe Säule
Zeigt von verschwund'ner Pracht,
Auch diese, schon geborsten,
Kann stürzen über Nacht!

Dawkins hat daher vollkommen Recht, wenn er jenen Thalbildungsproceß, der durch den Einbruch von Höhlen entsteht, in der Weise erklärt, daß zuerst klammartige Furchen entstehen, deren Steilwände durch atmosphärische Einflüsse abgeböscht werden und daher den Charakter von gewöhnlichen Erosionsthälern erhalten. Nur die Steilwand an ihrem Endpunkte ist dann (nach Dawkins) noch das Anzeichen, daß vor dem Thale hier eine Höhle bestanden hat, und daß diese den Thalbildungsproceß vorzubereiten geholfen hat.

Ausgefüllte Höhlen werden somit zu fremdartigen Einschlüssen im Gebirge, zerstörte Höhlen werden zur Furche oder zum ausgesprochenen Thale. Die oberirdische Erosion, die fortwährend an der Zerstörung der Gebirge arbeitet, hilft mit, nebst den Gebirgen selbst auch die darin eingeschlossenen Höhlen zu zerstören, wie man es an der Grotte Lančarevec[1]) sehen kann, deren dünne Decke durch oberirdischen Abtrag (Denudation) bald verschwunden sein wird. Daß in diesem Falle es nur die oberirdische Erosion sein kann, welche die bisher sichtbaren Zerstörungen bewirkt hat, geht schon daraus hervor, daß die Grotte eine außer Function getretene Katabothre des ehemaligen Adelsberger See's gewesen ist, und daß in ihr eine subterrane Erosion seit langer Zeit nicht mehr stattfindet. Derlei alte Wasserschlinger gibt es noch viele am oberen Rande des Adelsberger Karstplateau's. Auch die Ottoker Grotte war einst eine Katabothre mit ziemlich horizontalem Verlaufe, welche der Poik einen Seitenzufluß zugeführt hat.

Die Mitwirkung der Denudation bei der Zerstörung der Gebirge leugnen zu wollen, wäre ebenso falsch, als wenn man ihr ausschließlich die Bildung der Depressionen zuschreiben wollte, wie es leider schon geschehen ist.

---

[1]) Siehe die Abbildungen Seite 73, 74, 75 und 114

Anhang.

X. Capitel.

Eishöhlen.

Zu den strittigsten Capiteln der Höhlenkunde gehört jenes über die Eishöhlen. Eine Verständigung unter den Repräsentanten der verschiedenen Theorien ist schon darum nicht möglich, weil sie gegenseitig alle Beobachtungen als unrichtig oder fehlerhaft bezeichnen, welche jener Theorie widersprechen, die sie vertheidigen.

Die Erscheinung, daß sich das Eis in einzelnen Höhlen oft den ganzen Sommer hindurch conservirt, und daß andere, ganz ähnlich geformte Höhlen das ganze Jahr hindurch eisfrei bleiben, ist auch wirklich eine so auffallende, daß sie die Aufmerksamkeit der Fachkreise erregen mußte, und es hat sich daher eine ziemlich reichhaltige Literatur über das Eishöhlen-Phänomen herausgebildet. Die beste Zusammenstellung über diese Literatur hat Dr. Eberhard Fugger, Professor an der k. k. Oberrealschule in Salzburg, geliefert. Sie besteht aus vier Theilen, von denen jeder separat erschienen ist, und zwar:

1. „Beobachtungen in den Eishöhlen des Untersberges“, Separatabdruck aus den „Mittheilungen der Gesellschaft für Salzburger Landeskunde“, Salzburg 1888, Verlag von Heinrich Dieter in Salzburg;
2. „Eishöhlen und Windröhren“, Salzburg 1891, im Selbstverlage des Verfassers;
3. „Eishöhlen und Windröhren“, Salzburg 1892, Selbstverlag des Verfassers;
4. „Eishöhlen und Windröhren“, Salzburg 1893, Selbstverlag des Verfassers.

Wer sich über die auf Eishöhlen bezügliche Literatur eingehend informiren will, findet hier das vollständigste Verzeichniß, sowohl der bekannten Localitäten, als auch der Schriften über dieselben, sowie über die Eishöhlentheorien. Vor Fugger hat auch Professor Dr. Bruno Schwalbe in Berlin eine sehr gute Zusammenstellung der Eishöhlenliteratur in den „Mittheilungen der Section für Höhlenkunde“[1]) publicirt. Auch mehrere andere Publicationen über das Eishöhlenthema stammen von diesem Verfasser. Der erste Versuch einer Bibliographie der Eishöhlenliteratur wurde von Ami Boué gemacht und dieses Verzeichniß wurde im 49. Bande der „Berichte der kais. Akademie der Wissenschaften in Wien“ (1864), S. 321 ff., veröffentlicht. Schon Schwalbe stellte eine Liste der von ihm durchgesehenen descriptiven und theoretischen Werke zusammen. Fugger besaß daher bereits einige verwendbare Vorarbeiten, und hat dieselben so wesentlich ergänzt, daß kaum irgend eine Schrift von Bedeutung fehlen dürfte, die in einer der Weltsprachen gedruckt worden ist.

Die Theorien lassen sich in mehrere Gruppen eintheilen, und zwar:

Aufspeicherung der Winterkälte;

Ueberkältung des Tropfwassers beim Durchsickern durch Haarspalten;

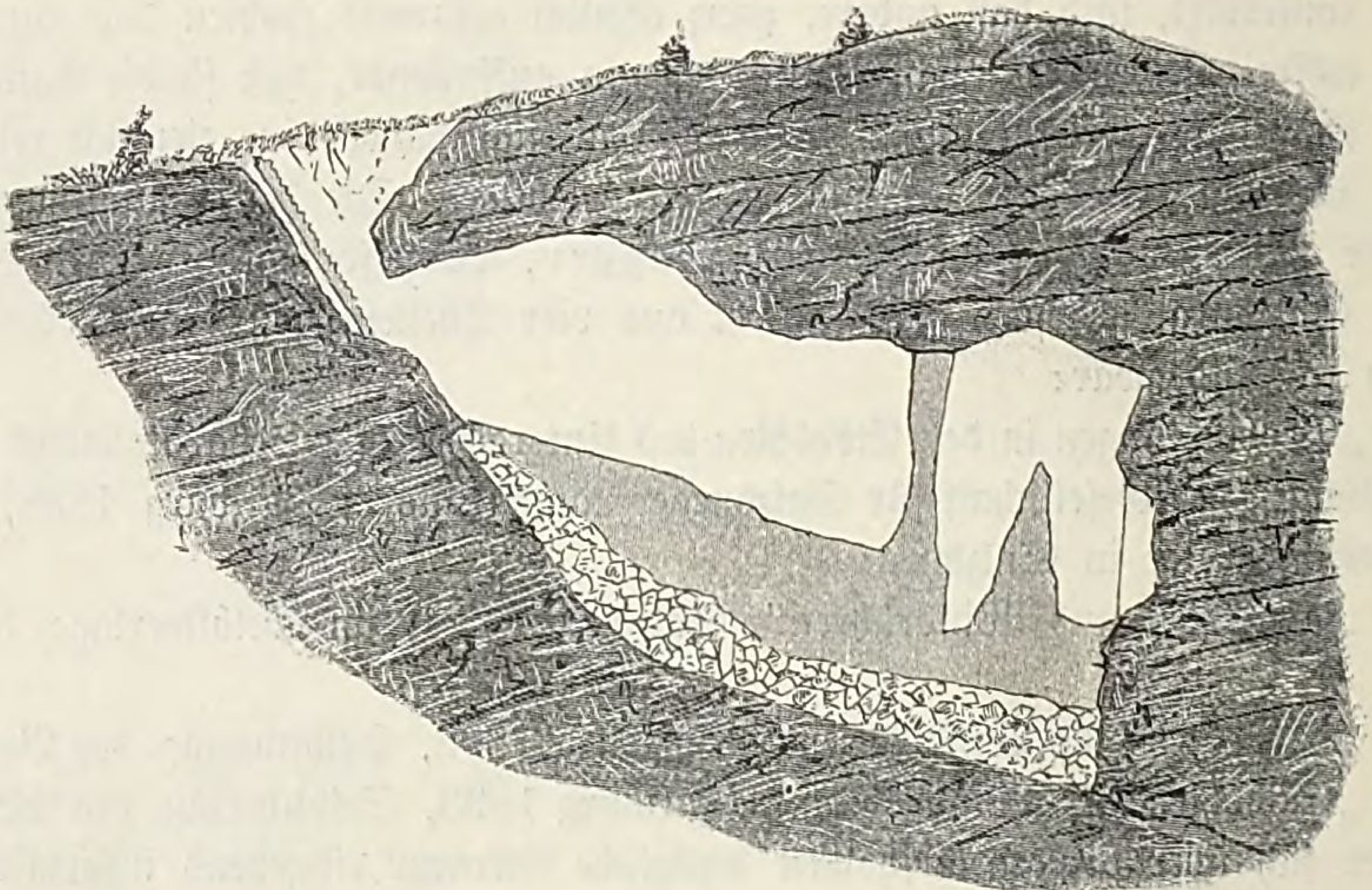
---

[1]) „Mittheilungen der Section für Höhlenkunde des österreichischen Touristenclub“, Wien 1882, Nr. 2, 1887, Nr. 2 und 3, 1888, Nr. 1.

Wärmeentziehung durch Verdunstung;
Abkühlung durch Lösungen von Salzen;
Kälteüberrest aus der Eiszeit.

Diese Schlagworte zeigen schon deutlich, wie weit die Ansichten auseinander gehen. In älterer Zeit galt nur die Ansicht von der Verdunstungskälte. Später tauchten auch andere Theorien auf, bis 1842 Robert Mayer seine mechanische Wärmetheorie entwickelte, worauf die alte Eishöhlentheorie wieder neue Anhänger gewann.

Das größte Hinderniß für die Aufstellung einer unanfechtbaren Theorie besteht darin, daß die Eishöhlen an sehr ungünstig gelegenen Punkten existiren, so daß ihre Beobachtung mit großen Beschwerden verbunden ist. Darum besitzt man auch keine fortlaufenden Beobachtungen von den wichtigeren Localitäten, und besäße man auch solche von einer oder zwei Eishöhlen, so würde auch das noch keinen Beweis abgeben, denn die physikalischen Bedingungen sind fast bei jeder Eishöhle



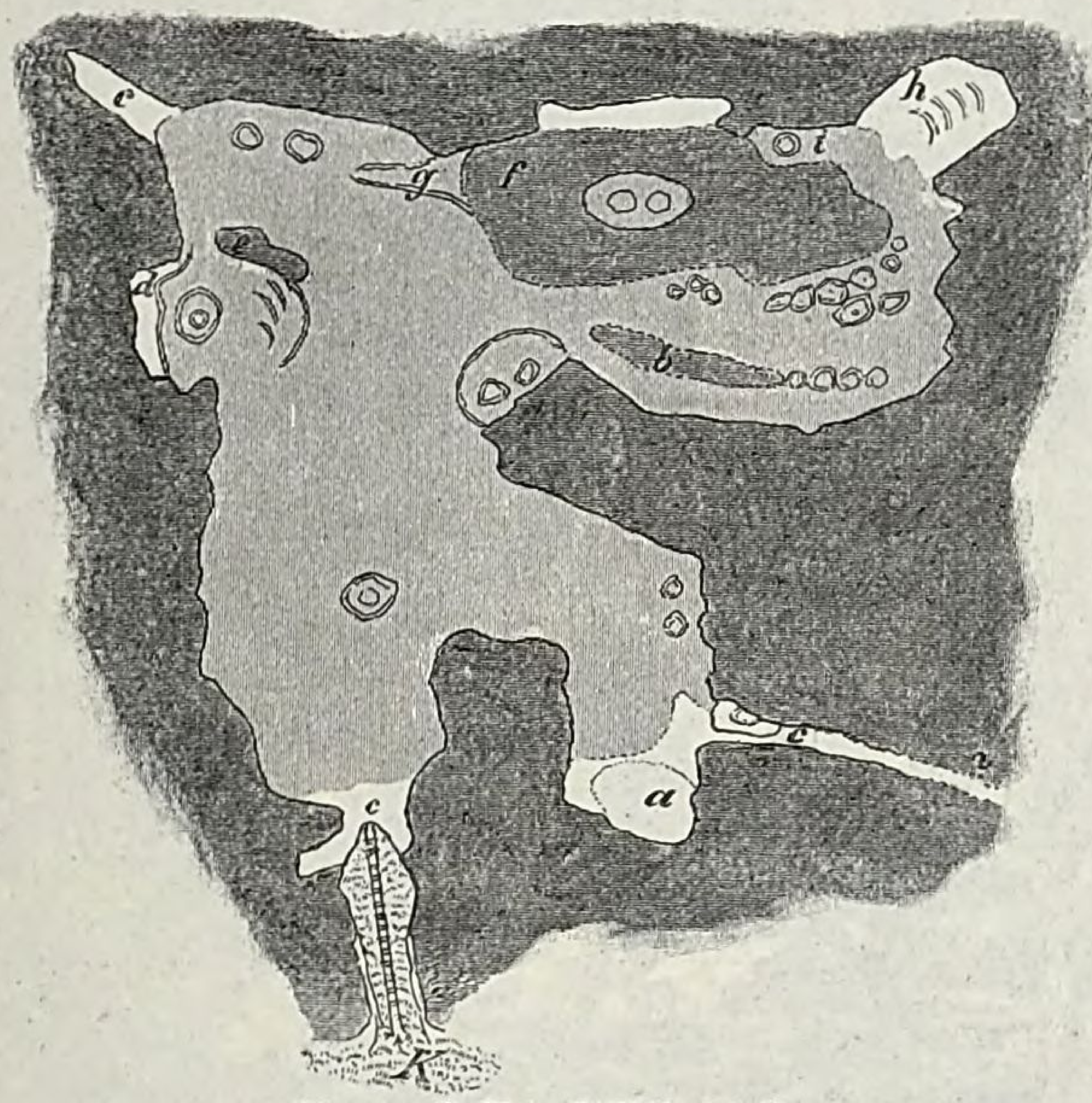
Beilstein-Eishöhle bei Gams (Längsschnitt).

verschieden. Die Mündung der einen liegt gegen Norden, jene einer anderen gegen Süden. Die eine liegt daher im Schatten, in die Mündung der anderen Höhle dringt die Sonnenwärme bis an den Grund, und trotz dieser Verschiedenheit haben beide Höhlen permanente Eisansammlungen. Es müssen deshalb bisher noch nicht ergründete Nebenumstände existiren, welche die Einflüsse der directen Besonnung zu paralysiren vermögen, und es dürfte vielleicht logisch sein, die Erklärung dieses Räthsels der Natur mit Hilfe der mechanischen Wärmetheorie zu versuchen, nachdem die anderen Theorien hierzu nicht ausreichen.

Blickt man das Fugger'sche Verzeichniß der bekannten Eishöhlen durch, so wird man zur Ueberzeugung gelangen, daß nicht die Sackform einer Höhle allein genügt, um sie zur Eishöhle zu machen, denn es gibt ja Hunderte von sackförmigen Höhlen, die durchaus keine Eisansammlungen (nicht einmal in den Wintermonaten) enthalten. Die Eishöhle am Beilstein bei Gams in Obersteiermark hat die Sackform und enthält permanente Eisansammlungen. Siehe die Abbildungen S. 208 u. 209. Ferner gibt es Eisansammlungen in Höhlen, welche die Sackform nicht besitzen. Bei den

sogenannten Schneelöchern ist dasselbe der Fall. Einzelne Naturschachte sind auch im Sommer voll Schnee, in anderen schmilzt der eingewehte Schnee schon im Frühling und wieder in anderen hält er sich nicht einmal im Winter. Die verschiedene Tiefe der Schachthöhlen könnte vielleicht herangezogen werden, um mit Hilfe der Annahme des Einflusses der Erdwärme das Abschmelzen in den tieferen Schneelöchern zu erklären; aber auch das ist nicht richtig, denn man kennt ebensowohl tiefe als seichte Schneegruben, und ebenfalls tiefe und seichte Naturschachte, in denen der Schnee rasch abschmilzt. In Bezug auf die Form läßt sich daher keine Regel constituiren, weder bei Eishöhlen, noch bei Schneegruben.

Die Sache wird dadurch noch weiter complicirt, daß sich in den Eishöhlen das Eis nicht durch gleich lange Zeit hält. Die einen haben permanente, die anderen nur periodische Eisansammlungen, die einen liegen hoch, die anderen weit tiefer über der Meeresfläche. Die äußeren physikalischen Bedingungen sind daher schon ungemein

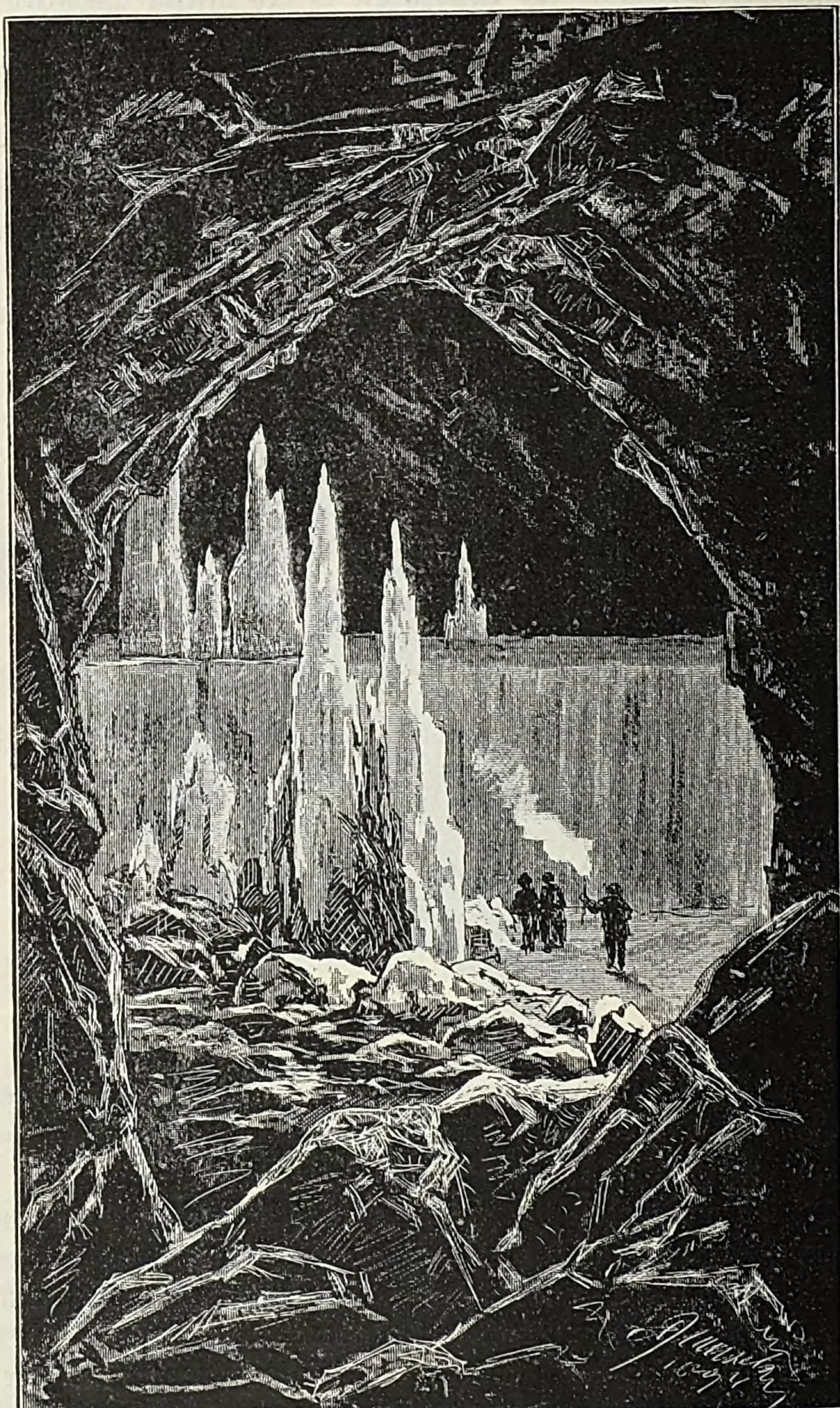


Plan der Beilstein=Eishöhle bei Gams.

a Große Oeffnung in der Decke, früherer Einstieg, derzeit unzugänglich. *b* Deckentheil der die Eisfläche erreicht. *c* Eisfrei, *d* Randkluft. — *e* Kleiner Eisschlund. — *f* Großer Eisschlund. — *g* Im Jahre 1882 zugängliche Höhlung im Gletscher. 1889 verwachsen. *h* Nische mit aufsteigender Fortsetzung, 1889 eisfrei *i* Gefrorener Wasserfall, 1889 verschwunden. *k* Steil abfallender Einstieg mit Steigbaum.

variabel. Dazu kommen noch: die verschiedenartige Ausdehnung des Innenraumes, die verschiedene Form desselben, der verschiedene Untergrund des Eiskuchens, und nicht ohne maßgebenden Einfluß dürfte es sein, ob und welche Verzweigungen eine Höhle besitzt, und auf welche Weise das Infiltrationswasser in die Höhle dringt. Außerdem mag noch eine Reihe anderer Einflüsse auf die größere oder geringere Intensität der Eisbildung wirken, von denen wir darum keine Kenntniß haben, weil die Forscher in der Ansicht befangen waren, mit Hilfe einer einzelnen Theorie die Eisbildung auch in solchen Eishöhlen erklären zu können, in denen die physikalischen Bedingungen ganz andere sind, als in jener, in der sie einzelne Beobachtungen angestellt haben, weßhalb sie den Nebenbedingungen keine Beachtung geschenkt haben. Dadurch mußte das ganze so gesammelte Materiale unverwendbar werden. Berücksichtigt man ferner, daß die äußeren meteorologischen Verhältnisse sich nicht nur in den

verschiedenen Jahreszeiten ändern, sondern daß auch innerhalb der Jahreszeiten Schwankungen zwischen feuchten und trockenen Perioden stattfinden, ja daß selbst die Jahreszeiten in den verschiedenen aufeinander folgenden Jahren diesbezüglich nicht den gleichen Typus besitzen, so wird man begreifen, daß zeitlich weit auseinander

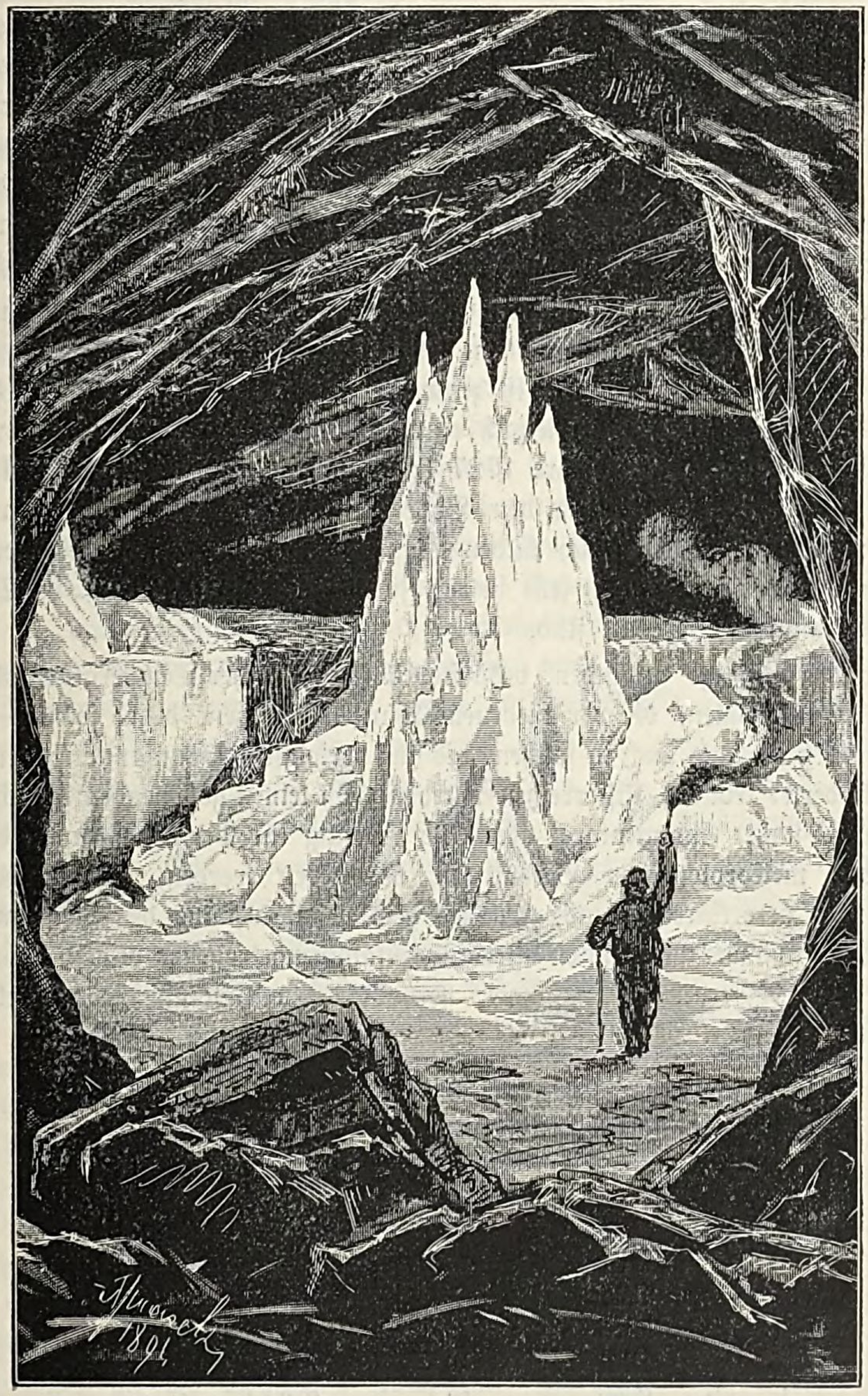


Eisstalagmit in der Beilstein=Eishöhle im Jahre 1881.

liegende Beobachtungen durchaus nicht maßgebend sein können, um eine so complicirte Frage entscheiden zu können.

Ohne für eine oder die andere Theorie Partei zu ergreifen, kann doch darauf hingewiesen werden, daß die äußeren meteorologischen Einflüsse sich im Inneren der

Eishöhlen schon darum fühlbar machen müssen, weil von ihnen die Menge und die Vertheilung jener Sickerwässer abhängt, aus denen die Eisgebilde entstehen. Es ist bekannt, daß anhaltende Regen — in Folge deren ganze Ströme von Sickerwässern in die Eishöhlen dringen — dem Eisbildungsprocesse schädlich sind. Desgleichen weiß



Eisstalagmit in der Beilstein-Eishöhle im Jahre 1889.

man, daß anhaltende Trockenheit ein Schwinden der Eisgebilde hervorruft. Das sind Erfahrungen, die nicht geleugnet werden, auch nicht von den Vertretern der Theorie von der aufgespeicherten Winterkälte; denn auch die Winterkälte ist ein äußerlicher meteorologischer Einfluß. Es ginge nicht an, nur der Außentemperatur im Winter und sonst keiner anderen meteorologischen Erscheinung einen Einfluß auf die Verhältnisse im

Inneren der Eishöhlen zuschreiben zu wollen, denn gleich der Kälte, welche durch die Mündung einsinkt, dringen auch die warmen Sommerregen durch die Decke in die Höhle.

Professor Schwalbe nimmt, um diesen Einwand zu beseitigen, an, da sich diese Sommerniederschläge während des Sickerprocesses durch enge Spalten (Haarspalten) abkühlen und im überkälteten Zustande in die Höhlen gelangen. Das mag unter bestimmten Voraussetzungen seine Richtigkeit haben und vielleicht das Phänomen in einer oder der anderen Localität erklären; aber so als allgemeines Gesetz darf der Satz doch nicht aufgestellt werden; denn nicht in alle Höhlen gelangen die Niederschläge durch Haarspalten, sondern auch weite Klüfte und bis an den Tag reichende Schlote führen ihnen ganze Ströme von Wasser zu. Wo also der Sickerproceß ein weit rascherer und ausgiebigerer ist als jener durch Haarspalten, darf diese Theorie nicht angewendet und muß zur Erklärung eine andere gesucht werden.

Daß für diese Erklärung die Annahme nicht genügt, daß die Eisansammlungen in den Höhlen aus der Eiszeit stammen, braucht wohl nicht näher erwiesen zu werden; denn die Mehrzahl der Eishöhlen ist zeitweise eisleer und das Eis bildet sich immer wieder. Die in der Literatur vielfach citirte vollständige Ausräumung der Eishöhle von Chaux les Passavant im Jahre 1727 hat keine Aenderung bewirkt; vielmehr fand Cossigny im Jahre 1743 wieder den Boden mit Eis bedeckt und darüber Eissäulen von einer Klafter Höhe. Auch bilden sich permanente Eisansammlungen in aufgelassenen Bergwerken, die (wie jene in der Zinkwand bei Schladming in Steiermark) noch keine hundert Jahre alt sind.

Um das Richtige zu finden, bedürfte es fortlaufender Temperaturbeobachtungen in mehreren Eishöhlen, die verschiedenen Charakter besitzen, d. h. sowohl in solchen, welche permanente, als auch in solchen, die nur periodische Eisansammlungen enthalten. Aber auch derlei trockene Zifferreihen würden noch keinen genügenden Aufschluß geben, wenn ihnen nicht Commentare über die jeweilig in der Umgebung der Höhlen herrschenden meteorologischen Verhältnisse beigegeben werden, die manche abnorme Erscheinungen zu erklären vermögen. Dies geht besonders aus den von Fugger mit vielem Fleiße aus der gesammten Literatur zusammengetragenen Liste der in derselben verzeichneten Temperaturbeobachtungen hervor, deren summarisches Ergebniß nachstehend verzeichnet ist.

Monat	Anzahl der Beobachtungen	Minimum	Maximum
Jänner	17	— 7·—	— 0·6
Februar	12	— 5·—	— 0·—
März	7	— 5·—	0·3
April	8	— 1·2	2·5
Mai	10	— 0·2	5·—
Juni	19	— 0·2	6·—
Juli	24	0·2	6·—
August	39	— 0·1	7·—
September	38	0·0	11·—
October	24	— 0·05	6·—
November	12	— 3·—	5·—
December	10	— 8·7	2·3
	220		

Man kann aus dieser Gruppirung ersehen, wie weit die Maxima und Minima auseinander fallen; und dies ist besonders beim September der Fall, wo die Differenz volle 11° C. beträgt. Dies erklärt sich aber dadurch, daß das Minimum die Kolowrats-Höhle betrifft und das Maximum die Frainer Eisleithe, die um diese Jahreszeit eisleer zu sein pflegt. Im großen Ganzen bewegen sich aber alle Sommermaxima unter, und die Winterminima über den correspondirenden Maxima, respective Minima der Außentemperaturen in den gleichen Monaten, was übrigens in allen Höhlen der Fall ist. Größere Zahlenreihen existiren überhaupt nur von der Frainer Eisleithe, die vom August 1860 bis April 1863 beobachtet worden ist. Dort betrug das beobachtete Minimum (im Januar 1861) — 7·2° C. und das Maximum (im September 1861) + 7·6° C. Die Differenz zwischen den beiden Extremen beträgt also selbst bei diesen seichten Höhlen nur 14·8° C. Es müssen daher Einflüsse bestehen, welche die Innentemperaturen in gewissen Grenzen halten, so daß sie weder unter ein bestimmtes Niveau sinken, noch eine gewisse Grenze übersteigen können.

Temperaturangaben, die von verschiedenen Beobachtern und mit verschieden verläßlichen Instrumenten gemacht werden, haben übrigens nur aproximativen Werth, beweisen kann man nichts damit. Es kommt ja auch viel darauf an, zu welcher Tageszeit und in welcher Distanz vom Höhleneingange die Beobachtungen gemacht worden sind, weil sich je nach der Beschaffenheit der Höhle, sowie je nach dem Standorte bedeutendere Temperaturdifferenzen ergeben können.

Da die meteorologischen Verhältnisse außerhalb der Höhle (nota bene bei Höhlen mit weiten Mündungen) die inneren beeinflussen müssen, so ist es klar, daß man auch die Nebenumstände kennen muß, welche zu berücksichtigen sind. Diese sind bei jeder einzelnen Höhle entweder von größerem oder von geringerem Einflusse. Ist z. B. die Höhlenmündung gegen Süden gerichtet, so muß der Einfluß der Sonnenwärme im Verhältnisse zur Größe der Mündung auf die Eisbildung wirken. Bei Mündungen, welche nicht von den Sonnenstrahlen getroffen werden können, fällt dieser Umstand nicht so schwer in die Wagschale. Die Menge und die Vertheilung des Tropfwassers ist aber in jeder Eishöhle wichtig, denn aus dem Tropfwasser entstehen in den Eishöhlen (nicht aber in den Schneegruben) die Eisgebilde. Darüber, daß das Ausbleiben des Tropfwassers die Eisbildung beeinträchtigt, und daß zu bedeutende Mengen desselben dieselbe Wirkung hervorbringen, herrscht kein Zweifel. Hieraus lassen sich verschiedene Schlüsse ziehen, und zwar daß:

1. die Eisbildung zu jener Zeit nicht vor sich gehen könne, zu der das Tropfwasser ausbleibt; also während der starken Winterfröste und der regenarmen Herbstmonate;

2. daß zu diesen Zeiten die Außentemperaturen einen fühlbareren Einfluß auf die Innentemperaturen ausüben können;

3. daß es von der Mächtigkeit und der Beschaffenheit der Höhlendecke abhängt, ob der Sickerproceß langsam und daher über einen längeren Zeitraum vertheilt vor sich geht, oder ob die Tagwässer rasch und nur durch kurze Zeit in die Höhle gelangen und häufig durch längere Zeit ausbleiben.

Berücksichtigt man weiters die Höhenlage der Höhlen mit abnorm niedrigen Temperaturen, so wird man finden, daß es deren sowohl in Thälern als hoch oben im Gebirge gibt. Die Eisbildungen gehen auch in dieser Hinsicht nicht unter den gleichen Bedingungen vor sich; denn auf großen Höhen herrschen andere Temperaturverhältnisse und für die Conservirung des Höhleneises sind die Umstände auf Höhen weit günstiger als in tieferen Lagen. Dazu kommt noch eine Beobachtung, deren

Richtigkeit allerdings noch als sehr fraglich betrachtet werden muß, nämlich: daß in hochgelegenen Eishöhlen die Eisbildung nicht absolut an den Nullpunkt des Thermometers gebunden ist, sondern sich noch bei einer Temperatur bis zu + 0·5° C. fortgesetzt haben soll. Daß der Siedepunkt auf Höhen sich vermindere, haben schon die Versuche De Luc's bewiesen. Beim Eispunkte ist dies noch nicht constatirt; die vorerwähnten Beoachtungen dürften aber den Anlaß geben, auch diesbezüglich Versuche anzustellen, was ja auch im Laboratorium geschehen kann; denn es handelt sich um nichts Anderes, als um den Einfluß der verdünnten Luft (die man ja auch künstlich erzeugen kann) auf die Eisbildung zu erforschen. Auf Bergeshöhen ist die Verdünnung der Luft jedoch keine so bedeutende und eine constante, nicht plötzlich durch äußere Einwirkung erzeugte. Ob auf einer Höhe von 2000 Metern die Grenze der Eisbildung auch auf dem Nullpunkte des hunderttheiligen Thermometers liege oder vielleicht etwas darüber, verdiente wohl einer näheren Untersuchung.

Der Betrag, um den sich der Nullpunkt (Eispunkt) bei erhöhtem Drucke verschiebt, ist bekannt. Nach den Untersuchungen von Thomson beträgt diese Verschiebung 0·0075° per Atmosphäre Druck, das heißt, daß bei Druckwirkungen der Eispunkt um so viel tiefer liegt. Dies haben auch die in der Literatur vielfach citirten Untersuchungen von Forel und Hagenbach am Arollagletscher erwiesen. Consequenterweise müßte der Eispunkt bei vermindertem Drucke über dem Nullpunkte des hunderttheiligen Thermometers zu liegen kommen. Der Betrag der Verschiebung wäre aber nach dem vorstehenden Gesetze ein so minimaler bei einer Meereshöhe von 2000 Metern, daß er die vorerwähnten Eisbildungen bei einer Temperatur von + 0·5° C. nicht zu erklären vermöchte. Die bezüglichen Beobachtungen müssen daher vorläufig als unrichtig betrachtet werden[1]) und können bei der Beurtheilung der Bedingungen, unter denen sich die Eisbildung in Eishöhlen auf höheren Bergen vollzieht, nicht berücksichtigt werden. Sie mußten aber hier schon darum erwähnt werden, um zu zeigen, welch' argen Täuschungen die Beobachter in Eishöhlen ausgesetzt sein können, und wie vorsichtig man fremde Berichte untersuchen muß, ehe man darauf Schlüsse bauen darf[2])

Ein anderer Umstand, der mehr bestimmend auf die Eisbildungen sein dürfte, ist die Höhenlage einer Höhle in Bezug auf die ihr eigenthümliche mittlere Jahrestemperatur. Man würde sich gar nicht wundern, in einer Höhle, die über 3000 Meter hoch liegt, permanente Eisansammlungen zu finden, weil hier die mittlere Jahrestemperatur sich schon dem Nullpunkte nähert. Je tiefer aber die Höhle liegt, desto abnormer sind ihre Eisansammlungen. Auf Höhen von 2000 Metern sind die Frosttage schon weit häufiger als auf solchen von 1000 Metern. Die Conservirung des einmal gebildeten Eises kann daher bei hochgelegenen Eishöhlen ganz gut mit Zuhilfenahme der Theorie von der aufgestapelten Kälte erklärt werden, wenn man sie dahin erweitert, daß die niedrigen Temperaturen gerade nicht an Wintertage gebunden sein müssen. Schneefälle im Sommer sind ja im Hochgebirge nichts so Außerordentliches!

Die geringen Temperaturschwankungen in Höhlen begünstigen die Conservirung des eingewehten Schnees. Die im Vergleiche zur Außentemperatur sich in weit engeren Grenzen bewegende Innentemperatur gestattet es, daß die eingewehten Schneemengen

[1]) Herr Prof. Moriz Kuhn in Wien hat dießbezüglich einige Versuche in seinem Laboratorium angestellt. Er hat aber keine meßbare Differenz gefunden. Seine Versuche auf künstlichem Wege das Eishöhlenphänomen zu imitiren, sind jedoch noch nicht abgeschlossen.

[2]) Die Beobachtungsfehler können auch durch das verwendete Thermometer hervorgerufen worden sein.

weit langsamer abschmelzen können, als im Freien. Sie verbrauchen hierbei jene Wärme, welche die nächste Umgebung zu liefern vermag, und diese ist gering. Der Schmelzproceß muß daher ein langsamer sein und die Temperatur der Luft in der Umgebung der Schnee-Einwehung wird insolange eine abnorm niedrige sein, als eine größere Schneemenge vorhanden ist. Nun kommen aber nicht in allen Eishöhlen Schnee-Einwehungen vor, wie z. B. im Eiskeller von Aineth in Tirol, dessen Vorraum zu einem Bierkeller verwendet wird, und der deshalb durch eine Thüre verschlossen ist. Auch die große Eishöhle im Oetscher hat verhältnißmäßig nur geringe Schnee-Einwehungen wegen der Enge ihrer Mündung. Wo der Schnee fehlt, kann er die Abkühlung des Höhlenraumes nicht erklären. Die niedrigen mittleren Jahrestemperaturen und die große Anzahl von Frosttagen reichen auch nur bei hochgelegenen Höhlen aus; bei tiefliegenden aber, die keine Schnee-Einwehungen besitzen, genügt selbst die modificirte Theorie nicht.[1]) Es existirt daher ein principieller Unterschied zwischen hochgelegenen und tiefgelegenen Eishöhlen, und man muß sich hüten, eine und dieselbe Theorie dort anwenden zu wollen, wo die Bedingungen so sehr verschieden sind.

Selbst Fugger, der zu den eifrigsten Vertheidigern der Wintereistheorie gehört, gibt zu, daß eine Reihe von Nebenbedingungen dazu gehören, um aus einer Höhle eine Eishöhle zu machen. Wo dieselben nicht vorhanden sind, kann daher auch keine Eisbildung, auch im Winter nicht, stattfinden. Zu diesen Bedingungen gehören:

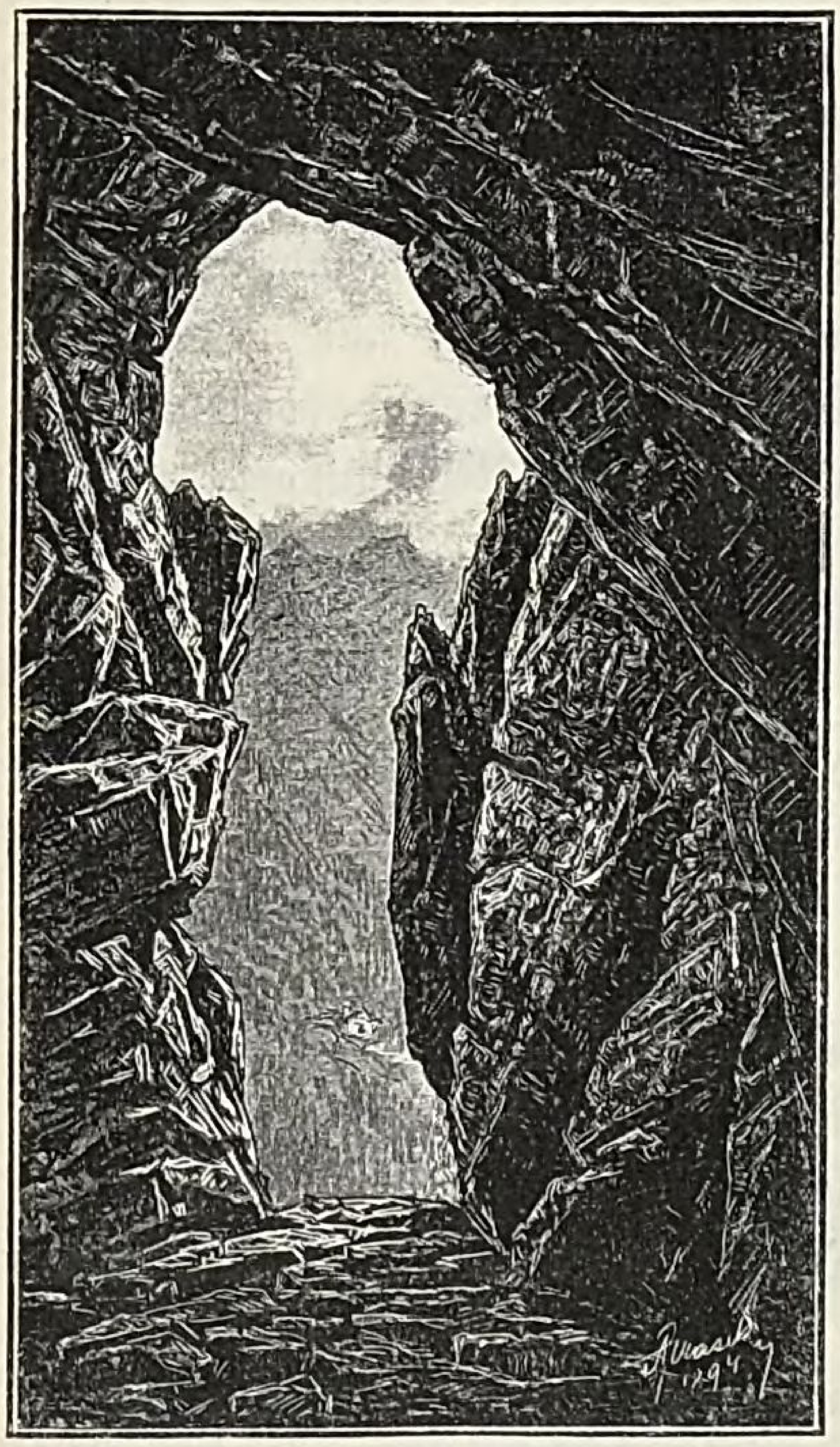
1. Die Form der Höhlenmündung;
2. ihre Größenverhältnisse zum Innenraume;
3. ihre Lage;
4. der Schutz derselben gegen Sonne und Windeinwirkung;
5. die Mächtigkeit der Decke;
6. die Beschaffenheit (Klüftigkeit) des die Höhle umgebenden Gesteins;
7. die Gesteinsart der Decke;
8. die Ueberlagerung durch wassersaugende Materialien;
9. der Schutz der Decke durch Vegetation;
10. die Größe und Form des Innenraumes;
11. die Durchlässigkeit des Bodens der Höhle zum Behufe des Abzuges der Schmelz- und Regenwässer;
12. das Niveau, unter welches die Höhle unter die Oberfläche hinabreicht;
13. die Höhen- und geographische Breitenlage der Höhle;
14. die Verzweigungen im Inneren;
15. die Menge der Infiltrationswässer;
16. ihre Vertheilung (größere oder geringere Regelmäßigkeit);
17. der Mangel eines Höhlenbaches;
18. die Art und Weise der Luftcirculation im Inneren der Höhle;
19. das Vorhandensein von Schnee im Inneren;
20. Schneeansammlungen vor der Mündung;
21. die Mächtigkeit der vorhandenen Eisansammlungen im Inneren.

Diese Nebenbedingungen, zu denen vielleicht noch manche andere zu zählen sein dürften, sind es, welche beim Zusammentreffen der günstigen aus einer Höhle eine Eishöhle machen können. Fehlt eine oder die andere von diesen, so hat man es nur

[1]) Fugger erwähnt selbst (S. 298), „das Wort Winter muß in der weitesten Bedeutung genommen werden, als jene Zeit, in welcher die äußere Temperatur unter Null ist“.

mit periodischen Eisansammlungen zu thun, oder die Schwankungen werden auffallender, was insbesondere an den Eissäulen ersichtlich ist. Auch bleiben sich die meteorologischen Bedingungeu nicht alle Jahre gleich, wodurch es sich erklärt, daß auch im Verlaufe der Jahre die in den Höhlen befindlichen Eismengen sehr verschieden mächtig sind.

In verschiedenen Schriften wird ein Unterschied gemacht zwischen statischen und dynamischen Eishöhlen. Diese Eintheilung stammt von Thury. In die Classe der statischen Eishöhlen gehören alle jene, in die nur ein Eingang führt, oder deren Eingänge in ziemlich gleichem Niveau liegen, so daß kein aufsteigender Luftstrom entstehen kann. Zu den dynamischen gehören alle Höhlen, in denen eine Luftströmung fühlbar ist. Theoretisch ist diese Eintheilung ebenso gerechtfertigt, wie jene in Einsturzschlünde und Einsturzdolinen, weil dadurch die äußersten Grenzen einer und derselben Erscheinung von einander geschieden werden. Die Eishöhlen gleichen den Windröhren so wenig, daß für dieselben eigene Bezeichnungen wohl am Platze sind. Ebensowenig als sich zwischen den Einsturzschlünden und Einsturzdolinen eine scharfe Grenze ziehen läßt, ebensowenig kann man eine solche zwischen Eishöhlen und Windröhren aufstellen. Eine Stagnation der Höhlenluft gibt es nicht, und es fällt auch keinem Eishöhlenforscher ein, eine solche behaupten zu wollen. Die Luftcirculation mag bei einigen Höhlen fast ausschließlich durch die Mündung vor sich gehen und hängt dann von der Form derselben zum großen Theile ab; bei anderen Höhlen mögen jedoch auch weitere Klüfte und Erosionsschlote vorhanden sein, welche eine Luftcirculation ermöglichen. (Dies ist bei dem Geldloche im Oetscher der Fall.) Wieder in anderen Höhlen mag aus dem Boden Luft in die Höhle gelangen, was sich dadurch bemerkbar macht, daß gewisse Strecken stets eisfrei bleiben.[1]) Uebergänge gibt es daher verschiedenartige, und die Eishöhlen wären die einzige Naturerscheinung, die ganz isolirt, ohne jeden Uebergang zu ähnlichen Erscheinungen, dastehen würde. Die Eishöhle in der Frauenmauer ist eine beiderseits offene Höhle (Durchgangshöhle) mit Eisbildungen in einer Seitenkammer, und ist zugleich Eishöhle und Windröhre.



Südliche Mündung der Frauenmauer-Höhle bei Eisenerz.

Luftströmungen müssen schon durch den wechselnden Stand des äußeren Luftdruckes entstehen, mit dem sich die Höhlenluft in's Gleichgewicht zu setzen gezwungen ist, wodurch einmal eine Einströmung und einmal eine Ausströmung von Luft hervorgerufen werden muß und demgemäß eine successive Erneuerung der Höhlenluft stattfindet. Auch die dynamischen Eis- und Kaltlufthöhlen haben mitunter Eisansammlungen,

[1]) Derlei Löcher im Höhlengletscher beschreibt Fugger aus den Eishöhlen des Untersberges. Sie kommen übrigens in allen permanenten Eishöhlen vor und ändern niemals ihren Platz, wodurch sie sich von analogen Gletschererscheinungen wesentlich unterscheiden.

wenn ihre Temperatur den Nullpunkt erreicht und wenn sie sonstwie die Bedingungen besitzen, daß in ihnen Eis entstehen kann, wozu vor Allem Feuchtigkeit gehört.

Ein weiterer Schritt führt von den Windhöhlen zu den Windröhren in Bergstürzen, und von diesen zu den Eisbildungen im lockeren Gesteinsschutte. Die Natur dieser letzteren (besonders jener im Basalte) als Sommereisbildungen ist niemals bestritten worden. Es gibt also Sommereisbildungen, die sich unter bestimmten Voraussetzungen erzeugen können. Daß zu diesen vor Allem Feuchtigkeit gehört, ist evident. — Ohne Wasser kein Eis! —

Gehen wir zu den Windröhren in Bergstürzen zurück, so sehen wir auch da ein ähnliches Phänomen. Die geringe, hier eingeschlossene Luftmenge müßte, ohne daß die Feuchtigkeit mitwirken würde, rasch auf die Gesteinstemperatur ausgeglichen sein, umsomehr, als die Luftströmung selten in größeren Tiefen unter der Oberfläche stattfindet. Die starken Luftströmungen kommen jedoch von einer bedeutenden Temperaturdifferenz her, welche durch eine bedeutende Abkühlung im Inneren des Luftcanales erzeugt wurde. Aus einzelnen derlei Windröhren kommen förmliche Gebläse heraus, welche das Licht einer Kerze verlöschen. Die Heftigkeit dieses Phänomens und die lange Dauer desselben läßt errathen, daß nicht die aufgespeicherte Winterkälte allein, sondern auch noch andere Umstände mitwirken müssen, um es zu erzeugen. Die Räume in den Windröhren sind auch viel zu unbedeutend, um größere Kältemengen aufspeichern zu können.

Wenn man einen jener Trümmerkegel abräumen würde, so würde man finden, daß der Bergsturz über eine Lehne ausgebreitet wurde, die humöser Boden bedeckte. In diesem nunmehrigen Untergrunde des Trümmerkegels sickert Wasser zu, welches durch die Ueberlagerung vor der Verdunstung durch directe Insolation geschützt ist. Auch bei den Eisansammlungen im lockeren Schutte muß ein ähnliches Verhältniß herrschen, sonst wären sie unmöglich. Dasjenige nun, was gleich einem Saugschwamme das Wasser aufspeichert, ist (gleichviel, ob es aus Humus, Laubwerk u. dgl. besteht) die Hauptursache der großen Abkühlung durch die in ihm aufgespeicherte Feuchtigkeit. Diesbezüglich sagt Prof. Fugger (S. 143): „Die eingesogene Luft wird auf ihrem Wege durch die Windröhre, in Folge der Berührung mit dem relativ kälteren Gesteine, sowie, wenn die Wände der Röhre feucht sind, was fast immer der Fall ist, durch die erfolgende Verdunstung (recte Wärmeverbrauch für die Dunstbildung) abgekühlt.“ Somit hätten wir ein Beispiel einer sogenannten Verdunstungskälte, welches der eminenteste Vertreter der Wintereistheorie selbst anführt.

Windröhren gehören jedoch nach dieser Theorie nur unter die dynamischen Erscheinungen, die auf ganz anderen Gesetzen basiren, als die statischen Eishöhlen. Bezüglich letzterer muß jedoch vor Allem die Frage aufgeworfen werden, ob es überhaupt rein statische Eishöhlen gibt oder geben kann? Wenn man den Höhlenbildungsproceß betrachtet, so könnten statische Eishöhlen nur dadurch entstehen, daß irgend ein Blasenraum in dichtem Gesteine angeschnitten und dadurch geöffnet wird. Dadurch entstünde ein kellerartiger Raum mit nur einer Oeffnung (Creux de souci). Die überwiegende Anzahl der Eishöhlen sind aber Erosionshöhlen, oder besser gesagt: Reste einstiger größerer Erosionshöhlen, von denen ein Theil nicht mehr existirt oder verschüttet ist. Jede sackförmige Erosionshöhle hat ja zur Voraussetzung, daß sie einst Zuflüsse und Abflüsse besessen habe, von welchen die letzteren am tiefsten Punkte erfolgt sein müssen. Nun sieht man aber im Sommer selten größere Wasseransammlungen in den Eishöhlen, sondern sowohl das Schmelzwasser, als auch das infiltrirte überschüssige

Regenwasser, welches nicht in Eis verwandelt wurde, verliert sich rasch im Untergrunde, wo die Klüfte nicht gerade vereist oder durch eingeschwemmte Sedimente verstopft sind. Es muß also offene Communicationen mit tieferen Horizonten geben, durch welche das Wasser entweichen kann, und diese müssen auch luftdurchlässig sein. Im Boden sind daher die Bedingungen für eine absolute Statik der Eishöhle nicht vorhanden. Ebensowenig wird man sie an den Seitenwänden und am wenigsten an der Decke finden, wo es überall Klüfte gibt.

Prüft man also dasjenige, was nicht sein kann, so dürfte man demjenigen näher kommen können, was möglich ist. Nachdem keine Höhle eine hermetische Umschließung von dichtem Gesteine besitzt, so gestattet nicht nur die Mündung der Luft den Zutritt, sondern auch die Abzugsklüfte im Boden und die Klüfte und Schlote in der Decke ermöglichen eine gewisse Luftcirculation, die im Verhältnisse zum Querschnitte der Oeffnungen stärker oder schwächer sein muß.

Nachdem sich nur in solchen Höhlen Eis bilden kann, in denen Tropfwasser vorkommt, so besteht kein wesentlicher principieller Unterschied zwischen den Thury'schen statischen und seinen dynamischen Eishöhlen, da ja in letzteren das Wasser auch nicht fehlt, sondern in Form von Sickerwasser vorkommt.

Prof. Fugger führt auch eine Reihe von verwandten Erscheinungen an, nämlich Höhlen, die gerade keine Eishöhlen sind, aber doch abnorm niedrige Temperaturen besitzen. Er nennt sie „Kalte Höhlen", was sie auch thatsächlich sind. Er sagt darüber: „Kalte Höhlen könnte man solche nennen, welche zwar nicht gerade Winter und Sommer Eis enthalten, deren mittlere Temperatur jedoch niedriger ist als jene der Oberfläche. Sie unterscheiden sich daher von den Eishöhlen nur dem Grade nach, und erhalten ihre Kälte dadurch, daß die Sommerwärme nicht im Stande ist, die kalte Luft, welche im Winter in die Höhle gesunken ist, zu verdrängen. Feuchtigkeit und Verdunstung mögen das Ihrige zur Erhaltung der niedrigen Temperatur beitragen."

Auch in diesem Falle gibt Prof. Fugger den Einfluß der Verdunstung auf die Erniedrigung der Temperatur zu, oder wenigstens auf die Erhaltung derselben auf einem abnorm niedrigen Stande, was schon als eine zweite Concession betrachtet werden darf. Daß Feuchtigkeit und Verdunstung in den kalten Wintermonaten unwirksam sind, sondern erst zur wärmeren Jahreszeit in Action treten, wird mit Stillschweigen übergangen. Gibt man diesen Einfluß aber einmal zu, so kann man in einzelnen Fällen füglich die ganze aufgespeicherte Winterkälte zur Erklärung der abnorm niedrigen Temperaturen entbehren. Die Winterkälte müßte eher den Verdunstungsproceß verzögern, wogegen aber wieder der Umstand spricht, daß selbst in permanenten Eishöhlen die Luft mit Wasserdünsten stark gesättigt ist, trotzdem die Innentemperatur sich in der Nähe des Eispunktes hält.

Der Einfluß des Wasserdampfgehaltes der Luft in Eishöhlen wird von Prof. Fugger als ein ganz unbedeutender geschätzt, obwohl er ihn, gelegentlich eines Vortrages in der k. k. geographischen Gesellschaft in Wien, nicht geradezu leugnete. Dies kann abermals als eine Concession betrachtet werden; denn in seinen ersten Publicationen gab er zwar die Existenz des Wasserdampfes zu, aber nicht die Consequenz, daß an der Mündung der Höhle diese Dämpfe durch die Außentemperatur zur Expansion gezwungen werden, wodurch ein Wärmeverbrauch erzeugt werden muß, der nur der latenten Wärme entnommen werden kann. Die Sommereisbildungen in den Trümmerfeldern der Basaltberge können auf keine andere Weise erklärt werden,

und es ist kein Grund vorhanden, dem gleichen Einflusse in anderen Hohlräumen jede Wirkung absprechen zu wollen.

Als feststehende Thatsachen kann man vorläufig folgende Punkte betrachten, die von keiner Seite bestritten werden:

1. Die Eisbildung beginnt bei einer Temperatur von 0° C. (Die Art und Weise, wie sich derlei Temperaturen erzeugen können, bleibt hierbei unberührt.)

2. Die Eisansammlungen in den Trümmerfeldern der Basaltberge sind Sommereisbildungen. (Die Verdunstung des Infiltrationswassers wird als Ursache der Eisbildung allgemein anerkannt.)

3. Die Conservirung des auf was immer für eine Art gebildeten Eises hängt von einer Reihe von Bedingungen ab. (Von diesen Bedingungen werden einige, z. B. die Höhenlage der Localität, unbestritten als günstige anerkannt, anderen wird aber ihr Einfluß bestritten, und noch andere mögen noch gar nicht bekannt sein.)

So viel über die Eishöhlenfrage auch schon geschrieben worden ist, so muß man doch gestehen, daß sie noch lange nicht als spruchreif betrachtet werden darf. Das letzte Wort werden nicht die Geographen und die Alpinisten sprechen, die sich bisher sowohl mit der Eishöhlenfrage, als auch mit der ihr verwandten Gletscherfrage fast ausschließlich beschäftigen, — sondern die Physiker von Fach, in deren Ressort die beiden Fragen eigentlich gehören. Erst dann, wenn es gelingt, die physikalischen Bedingungen der Eisbildung in den Eishöhlen so vollständig zu erforschen, daß man unter den gleichen Bedingungen künstliche Eishöhlen erbauen kann, erst dann darf man sagen: die Eishöhlenfrage ist definitiv gelöst. — Der beste Beweis ist ja stets das Experiment.

Angesichts des großen Eisbedarfes der modernen Gesellschaft wäre die Erforschung des Principes, nach welchem man die Natur imitiren könnte, eine sehr nützliche Aufgabe. Die richtige Lösung der Frage würde dem Glücklichen, dem sie gelingt, nicht nur Ehre, sondern auch reichen Gewinn einbringen. Vorläufig sind wir jedoch noch weit von diesem Ziele entfernt, denn mit dem was wir heute über die Eishöhlen wissen, ist eine Nachbildung der natürlichen Eishöhlen noch nicht möglich. Die Anhänger der verschiedenen Theorien behaupten zwar nach ihrem Principe künstliche Eishöhlen bauen zu können, allein zur Ausführung ist noch kein derartiges Project gekommen. Ehe dieß nicht der Fall ist, werden alle bestehenden Theorien ihre Vertheidiger behalten, und darum hieße es die Leser irre führen, wenn man sagen wollte, daß es heute schon eine unanfechtbare Eishöhlentheorie gibt.

XI. Capitel.

Sagenhöhlen.

Die Sage hat sich nicht nur der Höhlen häufig bemächtigt, sie hat auch überdies Phantasiehöhlen geschaffen, deren Existenz nicht nachweisbar ist. Geht man die Sagenliteratur durch, die leider mehr Unterhaltungs- als wissenschaftlichen Zwecken zu dienen pflegt, so wird man auf zahlreiche Höhlensagen stoßen, die sich an Localitäten knüpfen, welche man vergeblich suchen würde. Derartige Sagen findet man sowohl in wissenschaftlichen Sagenbüchern[1]), wie auch in Localsammlungen, wie z. B. in jener von Tirol: „Mythen und Sagen Tirols", von J. N. Ritter v. Alpenburg, Zürich 1857; in den Kärntner Sagen von Franzisci (Culturstudien 2c., Wien 1879); den hessischen von G. Kaut („Hessische Sagen 2c.", Offenbach a. Main 1846); im „Sagenbuch von Böhmen und Mähren" von Dr. J. V. Grohmann (Prag 1863), und in den zahlreichen Sagensammlungen, welche für die Jugend berechnet sind, die aber auch dem ernsten Forscher manch' werthvollen Anhaltspunkt bieten können. Zumeist existiren derartige Höhlen gar nicht, manchmal aber beziehen sich die Sagen auf bestehende Höhlen, die in Vergessenheit gerathen sind, und die Sage bietet oft Anhaltspunkte zu ihrer Wiederentdeckung. Ein solcher Fall lag vor bei der als sagenhaft betrachteten Höhle im Höllengebirge (Oberösterreich), welche das „goldene Gatterl" genannt wird. Die bezügliche Sage ist in der von J. Lechner herausgegebenen kleinen Sammlung von Sagen aus dem Salzkammergute („Volkssagen 2c.", Wien 1859, Verlag von Rospini) enthalten. Sie bot genügende Anhaltspunkte, um die längst vergessene Höhle wieder aufzufinden, in der allerdings die goldenen Zapfen sich als schnöde Tropfsteine erwiesen. Die Sage von der Räuberhöhle bei Adelsberg (pri ilavi luzi jark, Höhle an der Lehmlacke) stimmt insoferne mit der Wirklichkeit, als sich an der Stelle, wohin um die Mittagsstunde ein Sonnenstrahl dringt, ein verschütteter Gang befindet, welcher nur in die nahe gelegene schwarze Grotte (Černa jama, zumeist als Magdalenagrotte bezeichnet) führen kann. Der dort angeblich vergrabene Schatz wurde schon oft zu heben versucht, wie die starken Umwühlungen in diesem Theile des Einsturzschlundes zeigen, in dessen Grund man durch einen stark gewundenen, kurzen Höhlengang ohne besondere Mühe hinabsteigen kann.

Bei einzelnen Höhlen heißt es: daß sie nur an gewissen Tagen des Jahres „blühen", das heißt: offen stehen, während man zu anderen Zeiten keinen Eingang findet.[2]) Eine diesbezügliche Sage findet man bei Lechner (l. c. S. 71) und bei

[1]) O. Henne am Rhyn: „Die deutsche Volkssage", Leipzig 1874; Joh. Krainz: „Mythen und Sagen aus dem steirischen Hochlande", Bruck a. d. Mur 1880; Pater A. Baumgarten: „Aus der volksmäßigen Ueberlieferung der Heimat", Linz 1864, 2c.

[2]) Die Tidianshöhle öffnet sich erst dann wieder, wenn ein lahmer, ein stummer und ein blinder Burgherr das Schloß Falkenstein besessen haben werden, welches im Thale der Selke auf einem Berge liegt. In der Höhle liegt Goldsand in unerschöpflicher Menge. Ein Fluch ruht auf derselben.

Alpenburg deren mehrere. Auch das berühmte Freimannsloch im Lungau soll nur durch drei Tage im Jahre zugänglich sein. Das Gleiche erzählt man vom Lamprechtsofenloch nächst Oberweißbach in Tirol an der baierischen Grenze (unterhalb des Hirschbüchel). Dort hat diese kurze Zugänglichkeit jedoch eine physikalische Begründung. Die Höhle ist nur während der strengsten Frostzeit im Winter zugänglich, wenn der aus der syphonförmigen Mündung entstürzende Höhlenbach ausbleibt. Die kalte Außenluft dringt dann so heftig in die freigewordene Oeffnung ein, daß nicht nur das Wasser im tiefsten Punkte des Syphons friert, sondern sogar eine am engsten Punkte aufgetriebene, unebene Eisfläche erzeugt wird. Hat sich der Ausgleich vollzogen oder läßt die Strenge des Winters nur um wenige Grade nach, so füllt sich die Röhre wieder mit Wasser und etwa darin befindliche Personen wären dann für ein ganzes Jahr eingeschlossen. Der Zwischenraum zwischen der Eisfläche und der Decke beträgt am niedrigsten Punkte nur 50 Centimeter und diese Stelle kann nur kriechend passirt werden.[1]) Dies scheint nicht immer der Fall gewesen zu sein, denn die Stauung des Wassers ist durch einen Deckenbruch an der Mündung hervorgerufen worden, der wahrscheinlich absichtlich bewirkt worden ist. Dafür sprechen Ueberlieferungen, sowie die Spuren von Bohrlöchern an der Decke oberhalb des Einganges. Der Syphon wäre also ein künstlicher, und durch die Beseitigung des Hindernisses könnte die Höhle, von welcher man schon gegen 2000 Meter vermessen hat, wieder gefahrlos zugänglich gemacht werden. Einfacher wäre es freilich, im jetzigen Niveau der Eingangshöhle einen neuen Stollen auszusprengen.

Das Freimannsloch soll in einem Kahre nächst der Rosaninalpe liegen, die sich am Fuße des Königsstuhles ausbreitet, der die Grenze zwischen Kärnten und dem Salzburger Lungau bildet. Der Eingang der Höhle ist nicht zu finden und darum dürfte sie entweder eine wirklich sagenhafte Höhle sein oder ihr Eingang liegt in einer Schneekluft, in welcher der Schnee erst im Spätherbste abschmilzt, um bald darauf wieder von Neuschnee vollgeweht zu werden. Nachdem es heißt, daß auch das Freimannsloch nur durch drei Tage im Jahre zugänglich sei, so ist die Annahme, daß ihre Mündung zur übrigen Zeit von Schnee verweht sei, der einzig mögliche Erklärungsgrund. Von weit und breit kommen noch heute Schatzgräber, um diese berühmte Schatzhöhle zu suchen; sie müssen aber stets unverrichteter Dinge abziehen, weil sie trotz alles abergläubischen Hokuspokus den Eingang nicht zu finden vermögen. Bergspiegel und Wünschelruthe nützen ihnen nicht; vielleicht hilft die Wissenschaft eher, um zu constatiren, ob die Höhle existirt oder ob die Sage nicht eine eingeschleppte ist, was auch häufig vorkommt.

Eine gewisse physikalische Begründung haben auch jene Sagen, die von Geistern, Feen, wilden Frauen u. dgl. sprechen, welche in weißen Gewändern um die Höhleneingänge herumtanzen oder herumfliegen, oder bei denen es heißt, daß sie an sonnigen Tagen dort ihre Wäsche aufhängen. Derlei Höhlen entsteigen einfach weißliche Wasserdämpfe, woraus man schließen kann, daß sie entweder constante oder periodische Wasseransammlungen enthalten.

Rein sagenhafte Höhlen, bei denen aus der Sage selbst schon hervorgeht, daß in der bezeichneten Localität eine Höhle nicht existiren kann, verzeichnen insbesondere die Höhlensagen von Tirol (Alpenburg, l. c.), wo von Tropfsteinhöhlen (Höhlen

[1]) Verfasser hat die Höhle selbst besucht, was nur durch telegraphische Benachrichtigung möglich war. Am Tage darnach war die Höhle bereits wieder unzugänglich.

mit Goldzapfen) in krystallinischen Gebirgen die Rede ist, wo sie einfach nicht vorkommen können. Alle diese Sagen dürften verschleppte sein.

Von wissenschaftlichem Werthe können Trudensagen werden, weil im Volksmunde aus den alten Druidensagen häufig Trudensagen geworden sind. Später wurden die Truden auch zu Hexen umgemodelt. Alle bösen Geister, Truden, Hexen, ja selbst Teufel können bei näherer Untersuchung zumeist als umgemodelte Feinde des Glaubens erkannt werden, und man kann aus derartigen Sagen oft erkennen, daß sie sich auf Localitäten beziehen, an die sich die Erinnerung einst knüpfte, daß dort heidnischer Opfercultus getrieben worden ist. Diese Erinnerung wurde in anderer Form durch die Sage erhalten und darum ist die Sagenforschung besonders für jene Höhlenforscher nicht unwichtig, welche sich speciell mit der anthropologischen oder prähistorischen Richtung der Höhlenforschung beschäftigen. Für die Deutung des Alters einer Höhlensage sind die sie begleitenden Nebenumstände sehr wichtig. In dem häufig vorkommenden Hunde, der die Höhle bewacht, ist (nach Otto Henne am Rhyn) unschwer Cerberus, der Wächter der Unterwelt, zu erkennen. Derlei Sagen deuten auf römischen Ursprung hin, während der Eber mehr auf die nordische Mythologie hinweist, d. h. auf vorrömische Zeit.

Der Hund tritt weit häufiger auf als der Eber, was seinen natürlichen Erklärungsgrund in dem weit höheren Alter hat, auf welches Höhlensagen zu beziehen sind, in denen der Eber vorkommt. Ein Höhlenhund figurirt in einer Sage von Eppan in Tirol, in jener der Baumannshöhle im Harz, des Freimannsloches im Lungau (Salzburg), des Lamprechtsofenloches bei Weißbach in Tirol und noch in vielen anderen Höhlen, wo sie die Rolle von Schatzhütern spielen. Uebrigens darf nicht vergessen werden, daß auch in der nordischen Mythologie schon Hunde vorkommen. Auch Anubis, der Sohn des Osiris, erscheint in der ägyptischen Mythologie mit einem Hundskopfe, und es galt der Hund in Aegypten (besonders in Kynopolis) als ein heiliges Thier, wie es Funde von Hundemumien beweisen. Nicht nur von Höhlen, sondern auch von Bergwerken gibt es Hundesagen, z. B. jene von der sogenannten Silberstrecke bei Bern (Schweiz), wo ein Hund den unredlichen Richter begleitet, der seine Schätze an Bedürftige vertheilen muß, bis die Kiste leer sei. Im Jahre 1802, sagt die Sage weiter, sei sie nur mehr halb voll gewesen. Wahrscheinlich ist der Geist längst erlöst, wenn seither alle Bedürftigen die Hilfe des „Schultheiß" in Anspruch genommen haben. Der Eber Sachrimir wird täglich von den Asen verzehrt und wächst über Nacht wieder zusammen. Ein goldborstiger Eber wird von Freyr und Freya geritten, und der Eber kommt überhaupt in der nordischen Mythologie viel häufiger vor als der Hund.[1]) Selbstverständlich ist das Auftreten des Hundes und des Ebers in der Sage nicht auf Höhlensagen allein beschränkt; diese anderen Sagen haben jedoch auf den vorliegenden Gegenstand keinen Bezug, umsomehr, als dort der Hund viel verschiedenartigere Functionen auszufüllen hat, als in der Höhlensage.

Der Lindwurm (Linthwurm) ist ein bei Sagen, die auf Wasserhöhlen Bezug haben, häufig vorkommendes Ungeheuer. Die „Chronik von Goisern" (in Oberösterreich), Wien 1881, enthält (S. 8) eine diesbezügliche Sage. Es heißt dort: „Zu derselben Zeit ist auch eine große Wassergüsse (Wolkenbruch) gewesen. (Zur Zeit der großen feindlichen Invasion). Nach derselben Zeit hat der Lindwurm auf dem Reichenstein ausgefressen und viel Wasser mit sich gebracht, die Stadt (Goisern) verschüttet, ver-

[1]) Der Höllenhund der Edda ist nach Simrock's Handbuch der deutschen Mythologie (3. Aufl., Bonn 1869) nur eine Variation des Wolfes Fenir.

tragen und gar verderbt. Das Schloß auf dem Reichenstein ist eingesunken und alle Menschen darin verdorben. Der König, Elronial genannt, und sein Bruder, auch die Königin mit vier Kindern, viel Hofgesinde, Ritter und Edelleute sind miteinander im Schlosse versunken. Es hat alsdann nach dem Lindwurm der Berg Wurmstein geheißen und das Wasser, das daraus zu Goisern durch das Dorf fließt, wurde Wurmbach genannt". Der Name Wurmbach existirt heute noch und es scheint sich an ihn die Erinnerung an einen großen Wasserausbruch dieses Baches, der aus dem Wurmloche entspringt, zu knüpfen. In diesem, sowie in vielen anderen Fällen ist also der Lindwurm ein Sinnbild der zerstörenden Kraft der Wildwässer. Minder ernst ist eine Lindwurmsage aus Krain, in der sich der Proteus, den man damals noch nicht kannte, unschwer aus der Beschreibung des nach einem Wasserausbruche gefundenen „jungen Lindwurmes" erkennen läßt. Mit dem vom Ritter Sanct Georg erlegten Lindwurme hat der krainerische Lindwurm also nichts gemein. Ersterer wird als geflügelter Drache abgebildet, letzterer ist ein kleines, unschädliches, blindes Thier.

Andere mythische Reptilien kommen in den Sagen als „Beißwurm", „Haselwurm", „Bergstutz", „Tatzelwurm" u. dgl. vor. Diese — heißt es — halten sich mit Vorliebe in Höhlen und Klüften auf. Auch „Schlangenköniginnen" (Krönelnattern) gehören in diese Kategorie. Ein sagenhaftes Thier ist auch die berüchtigte Todtenkopfspinne, welche in der Meraner-Gegend ihren Stammsitz hat. Die Todtenkopfspinne wird in der Sage von der Wildg'fahrhöhle bei Naturns (nächst dem Rofnergute) erwähnt (bei Alpenburg), wo sie einen Bauer mit ihren Fäden einspinnen wollte, die so stark wie Pferdehaare waren. Der Bauer schlug drei Kreuze gegen die Spinne, weshalb sie von ihm ablassen mußte. Er hatte aber einen so großen Schreck davon, daß er all' sein Lebtag nicht wieder in die Höhle ging. Eine Sage von absonderlichen Thieren, die Alpenburg (S. 218) anführt, scheint durch vielfaches Wiedererzählen eine moderne Färbung erfahren zu haben. Es ist dies jene vom blasenden Drachen, der durch einen Wolkenbruch aus seinem Standquartier in der „Hundstallklamm" geschwemmt wurde, und der auf der noch heute so genannten Drachenwiese mit Kanonenschüssen erlegt worden sein soll, weil sich Niemand in die Nähe des Unthieres wagte. Der Drache spritzte sein Gift aus, und es wächst noch kein Gras dort, wo er verendete. Die Stelle ist unschwer als eine Muhre ziemlich jungen Datums zu erkennen. In einer Höhle bei Cluse in Savoyen, 700 Fuß über der Arve, hütet ein schwarzes Ungethüm einen unermeßlichen Schatz. Dieses Ungethüm reagirt weder auf Reliquien, noch auf geweihte Kerzen. Die Methode, um den Schatz zu heben, muß also erst erfunden werden; die gewöhnlichen Mittel scheinen nicht zu genügen. Als sehr gefährlicher Drache gilt in Tirol der Alber und dessen Verwandter in Uri (Schweiz), der Elbst, der in einem kleinen See nächst dem Vierwaldstätter See haust. Der Alber wohnt in Klüften, wo er von Erz lebt, das in seiner Gluth zu reinem Golde schmilzt. Er bringt aber nur den Sommer im Hochgebirge zu. Wo er im Winter lebt, weiß Niemand, denn im Herbste geht er fort und kommt erst im Frühling wieder. Außer mit den großen und gefährlichen Thieren beschäftigt sich die Sage auch mehrfach mit kleineren Säugethieren und Reptilien. Daß Kröten häufig in abschreckender Form erwähnt werden, ist nicht so merkwürdig, weil ja Kröten sich gerne an dunklen Orten aufzuhalten pflegen und der Abscheu vor diesen Thieren ein uralter ist. Unter der Kirche von Sargans befindet sich ein unterirdischer See. Darauf ruht eine Kröte. Wenn man sie umdreht, so stürzt die Kirche ein (Otto Henne am Rhyn). In der Nähe von Sargans befindet sich eine Schwefelquelle, ein letztes An-

zeichen ehemaliger vulcanischer Thätigkeit. Die Sage dürfte sich daher auf Erdbewegungen zurückführen lassen, welche man den Bewegungen der Kröte zuschrieb.

Auch das Wunder der am 25. Februar 1858 von dem Hirtenmädchen Bernadette Sabirous mit den Händen aufgegrabenen Quelle in der Wallfahrtshöhle von Lourdes[1]) läßt sich insoferne begreifen, als die Höhle alle Merkmale einer Erosionshöhle besitzt, deren älteste Mündung die am höchsten gelegene gewesen sein muß. Daß sich über das Ausbleiben der Quelle keine Sage erhalten hatte, beweist, daß sich dieses Ereigniß vor so langer Zeit vollzogen hat, daß jede Kunde darüber verloren gegangen, oder daß die Quelle bei Besiedlung des Thales bereits ausgeblieben war.

Die Grotta della Santa Rosalia im Monte Pellegrino, welche die Legende als die einsiedlerische Wohnstätte der heiligen Rosalie bezeichnet, in der auch im Jahre 1664 die Gebeine der Heiligen gefunden worden sind, hat keine ähnliche Wunderquelle aufzuweisen, trotzdem auch sie zu den Erosionshöhlen gehört.[2])

Eine Art historischen Nachweises läßt sich führen über die Grotta della Maga bei Terracina (Süditalien), denn hierher verlegt die griechische Sagengeschichte die Wohnung der Circe, deren Hain sich im nahen Cap Promontore befunden haben soll. In der Nähe befand sich auch die Stadt Circeii, die noch zu Cicero's Zeiten bestanden haben soll. (1. Jahrhundert vor Chr.) Auch für eine zweite Höhle in Italien, die Höhle der Sibylle, unweit von Puzzoli, läßt sich ein historischer, allerdings etwas vager Nachweis bringen, nachdem man sie für dieselbe hält, die Virgil in der Aeneïde (VI, 41) erwähnt.

Etwas deutlichere Resultate ergibt die Prüfung der Sage vom Kampfe des Herakles mit der Lernäischen Schlange, als deren Aufenthalt die Quelle Amymone bei Myli (Peloponnes) galt. Hier soll (nach Bursian) Prosymnos dem Dionisos den Eingang zur Unterwelt gezeigt haben, was darauf hindeutet, daß vordem ein Zugang zur Wasserhöhle bestand, aus der die Quelle entstammt. Die Sage berichtet weiter, daß Herakles nächst dem südlicher gelegenen Kiveri den Kopf der Hydra vergraben habe, was dahin gedeutet werden kann, daß er hier eine Austrittsstelle der submarinen Quelle Deine verstopft habe, welche ihr Wasser durch eine bedeutende Wasserhöhle aus den Kesselthälern von Arcadien zugeführt erhält.

Derlei Versuche für Mythen, Sagen und Legenden historische oder physikalische Erklärungsgründe zu finden, könnten in's Unendliche fortgesetzt werden, und es wäre wirklich zu wünschen, daß ähnliche Deutungsversuche gesammelt publicirt würden, weil sie möglicherweise gute Anhaltspunkte für die Auffindung von Höhlen, Grabstätten und alten Fundplätzen von anthropologischem oder historischem Werthe abgeben können.

Von Geistern und Kobolden spukt unter verschiedenartigen Namen ein ganzes Heer in den Höhlen (Bergklüften). Es gibt darunter sowohl gute als böse, häufig aber sind sie auch launenhaft. In den Main- und in den Moselgegenden ist Frau Holle eine weitverbreitete Sagenfigur. Bei Hermeskeil sitzt sie in einem Berge und spinnt. Unter dem Namen Hulda ist sie in Norddeutschland eine freundliche Göttin

---

[1]) Ueber die Grotte von Lourdes existirt eine umfassende Literatur in allen Sprachen. Vorstehende Angaben sind dem Buche entnommen: Die Wunder von Lourdes, von A. Schott, Stuttgart 1887, III. Auflage, welches gute topographische Angaben und mehrere Abbildungen enthält.

[2]) Am Pfingstmontage findet alljährlich eine große Wallfahrt von Palermo aus auf den Monte Pellegrino statt.

oder Fee. Hulda heißt auch die Königin der „Saligen Fräulein", welche Bergklüfte in Tirol bewohnen. Es gibt aber auch eine bösartige Varietät der Hulda oder Berchta, und diese ist von abschreckender Häßlichkeit. Dazu gehören die Strägeli der Schweiz (nach O. Henne am Rhyn vom italienischen Worte „strega" = Hexe stammend). In Niedersachsen spukt „Frau Freke" (von Freia abgeleitete Bezeichnung). Alle diese Sagen sind uralten Ursprungs, und entstammen zum größten Theile der nordischen Mythologie. Berchta (oder Holle) ist von einem Knechte begleitet, der je nach der Gegend, wo die Sage spielt, „Knecht Ruprecht", „Klaubauf", „Holepeter", „getreuer Eckhart" u. s. w. genannt wird. Eckhard heißt in Thüringen auch der Wächter des Hörselberges, in den Frau Venus den Tannhäuser gelockt hat. Den Gesang, den man in der Tannhäuser-Höhle hören soll, hat ein nüchterner Gelehrter darauf reducirt, daß zahlreiche Höhlenfliegen darin summen, wenn man ohne Licht die Höhle betritt. Die Tannhäuser-Sage wird auch auf den Urselberg in Schwaben angewendet. Daß auch in Niederösterreich eine Danhauser-Höhle (bei Ybbsitz) existirt, ist wenig bekannt. Nachfragen nach der Höhle am Orte waren resultatlos, und es scheint daher, daß man es auch hier mit einer verschleppten Sage zu thun hat. Der vom österreichischen Touristenclub herausgegebene Führer von Waidhofen an der Ybbs und Umgebung enthält die einzige Andeutung über den Namen dieser vergessenen Höhle.[1])

Zu den Verführerinnen gehören auch die Nixen, die am Bodensee auch Seeweiblein heißen. Nur eine von ihnen soll hier erwähnt werden, die mit einer Höhle in Bezug steht, während die übrigen Wasserbewohnerinnen sind. Es ist die schöne Melusine, nach welcher die Grotte der Melusine bei Sassenage nächst Grénoble in der Dauphinée (Frankreich) benannt ist. Allerdings gibt es mehrere Versionen der Melusinensage, welche die Heldin derselben als einen weiblichen Meerdämon, als eine Nymphe, als eine mächtige Fee, oder als die Tochter eines Königs von Albanien und einer Fee schildern. Daß sie gezwungen war, zeitweise Fischgestalt anzunehmen, darin stimmen alle Versionen überein. Rosenmüller und Tillesius bringen im I. Bande ihrer „Beschreibung merkwürdiger Höhlen" (Leipzig 1799, S. 215) eine kurze Notiz über die Grotte der Melusine, in der vom Wasserfalle, dem Gemache und dem Tische der Melusine die Rede ist.[2]) Grottes des fées gibt es auch in Frankreich nächst Chablais. Es sind dies drei Tropfsteingrotten. Ebenfalls weiblichen Geistern geweiht ist die Grotte des Demoiselles bei St. Bouzile nächst Ganges in den Cevennen (Frankreich). Der Name ist eine galante Umschreibung von Hexenhöhle. Die erste wissenschaftliche Untersuchung geschah schon 1780 durch Lonjon und Marsollier. Von Letzterem soll im vorigen Jahrhunderte auch eine Beschreibung der Grotte erschienen sein.

Die „weiße Frau", welche in Höhlen, Ruinen und auch in bewohnten Schlössern sich zeigen soll, ist eine Berchta moderner Gattung. Sie spielt zumeist die Rolle einer Warnerin. Manchmal heißt sie auch „Ahnfrau". Helferinnen sind auch oft die wilden

[1]) In der Schlucht nächst Ybbsitz, welche wegen ihrer Wasserfälle berühmt ist, existirt eine fast ganz verschüttete Uferhöhle von Nischenform, die als die Danhauser-Höhle gezeigt wird, wenn man darum frägt. Andere Höhlen scheinen dort nicht bekannt zu sein; auf die erwähnte kann aber die Sage nicht passen.

[2]) Mit großer Wahrscheinlichkeit ist anzunehmen, daß die Benennungen dieser Tropfsteingebilde gerade so der Phantasie der Führer entstammen, als wie ähnliche Bezeichnungen in anderen Höhlen, und ziemlich modernen Ursprunges sind.

Frauen, die in Höhlen wohnen, und die sich an den Arbeiten der Landbewohner gegen geringen Lohn betheiligen. Die Bewohnerinnen des Wildenmandelloches nächst Golling (Salzburg) sollen den Bauern bei der Ernte geholfen haben. Die Männer hielten sich jedoch fern. Letzterer Umstand deutet darauf hin, daß die Höhlenbewohner einem versprengten Slavenstamme angehört haben, da noch heute gewisse südslavische Stämme derlei Arbeiten durch die Weiber besorgen lassen. Diese Version wird noch dadurch unterstützt, daß die Höhle nach Art der Taborhöhlen befestigt war, was in den Salzburger Landen eine seltene Erscheinung ist. Pater A. Baumgarten theilt eine Sage von helfenden Wildfrauen, S. 84, mit. Sie lautet: „Im Gesauthale ist eine kleine Höhle, in die sich ein Bach ergießt; sie heißt das „Wildfrauenloch". Die Felsstücke herum bilden eine Art Feuerheerd. In uralter Zeit sollen sich hierher Frauen geflüchtet haben, deren Rücken Backtrögen glichen. Sie halfen, ohne sichtbar zu sein, den Leuten bei der Feldarbeit, verriethen sich aber durch das Aushängen von Wäsche. Plötzlich verließen sie diesen Aufenhalt, nur Wenige blieben zurück. Der Rauch, der zuweilen in den Schluchten aufsteigt, wird ihnen zugeschrieben.

Mit den wilden Frauen verwandt sind die Riesen, die aber mehr launischer Natur sind. Manchmal sind sie täppisch und werden zum Besten gehalten, zumeist aber sind sie Rächer von Unthaten oder Bestrafer von Lastern.[1]) Der Geist Rübezahl treibt außer dieser Beschäftigung noch allerhand Possen in seiner Heimat im Riesengebirge. Die Lorggen von Tirol und der Schweiz, die in Bergklüften zu wohnen pflegen, kommen dem Rübezahl sehr nahe. Unter der Bezeichnung Lorg werden mitunter auch Zwerge verstanden, die oft sehr boshaft sind. Zu diesen sind zu zählen: Bergmandeln (Steiermark), Untersbergmandeln (Salzburg), Erdmandeln und allerlei andere Kobolde.

Mit Höhlen bringt die Sage auch Helden in Verbindung. Von den Kyffhäusersagen und von den Untersbergsagen existiren ganz dickleibige Sammlungen. Unter letzteren möge als Curiosum nur ein kleines Büchlein angeführt werden, dessen langathmiger Titel folgendermaßen lautet: „Sagen der Vorzeit, oder ausführliche Beschreibung von dem berühmten Salzburgischen Untersberg, oder Wunderberg. Wie solche Lazarus Gitschner, ein frommer Bauersmann von der Pfarrei Berghaim vor seinem Tode seinem Sohne Johann Gitschner in Gegenwart mehrerer geistlicher und weltlicher Personen geoffenbaret, und dieses alles nach seinem Tode bey vorgenommener Inventur schriftlich vorgefunden worden. Neue verbesserte Auflage. Brixen 1834. — König Wenzel von Böhmen hält sich im Berge Blanik (Taborer Kreis) auf. — König Marko soll nach bulgarischer Version in einem Berge in der Nähe des eisernen Thores wohnen, nach anderen serbischen Sagen jedoch im Berge Mevina, sammt seinem Pferde Scharatz (nach Mickiewicz, cit. von Grohmann, S. 10—11).

Eine häufig bei Höhlensagen wiederkehrende Figur ist das Venedigermandel, auch schlechtweg Venediger genannt, oder Wallischer (gleich wällischer oder Italiener). Nach Dr. Arthur Simony („Neue deutsche Alpenzeitung", XI. Bd., Nr. 8, Wien 1880) waren die sogenannten Venediger Handelsleute, welche ihre Waaren über die Alpen brachten,

---

[1]) Ein Riese Namens „Dobocz" wohnte unweit des Dorfes Polomsko im Stryer Kreise (Galizien) in einem Felsen, der die Form eines Hauses hat. In diesen hat Dobocz Zimmer, Fenster und Thüren eingemeißelt. Außerdem hatte er eine Wohnung in einer großen Höhle der Czerna hora, die mit der ersteren durch einen unterirdischen Gang verbunden war. Der Riese war unverwundbar; die Frau eines Huzzulen, mit der er eine Liebschaft unterhielt, entlockte ihm sein Geheimniß, und ihr Mann erschoß ihn mit einer geweihten Glaskugel.

und die sich gelegentlich auch um Fundplätze von allerlei Mineralien umsahen, für welche sie Absatz wußten. In Höhlen mögen sie allerlei nutzbare Erdarten gefunden haben, worauf einige Sagen hinweisen, in denen von blauer Lasur die Rede ist. Die blaue Lasur, heißt es, soll mit Gold aufgewogen worden sein. Wahrscheinlich war dies Vivianit (ein Gemenge von 29 Theilen Wasser, 28 Theilen Phosphorsäure und 43 Theilen Eisenoxydul), der zwar in Höhlen nicht vorzukommen pflegt, dessen Auftreten aber in Knochenhöhlen immerhin möglich ist. In der Krausgrotte bei Gams soll der „Wällische" Lasur gegraben haben; an den meisten Orten aber schreibt mag ihm Goldwäscherei zu, wie in der Goldkandelhöhle in der hohen Schrott bei Ischl und noch an vielen Orten, wo es undenkbar ist, daß Gold vorkommen könne. Wie leicht derartige Sagen entstehen können, beweist eine von Fruhwirth citirte, ganz moderne Sage, in welcher der noch lebende berühmte Erforscher des Dachsteingebietes, Prof. Dr. Friedrich Simony, als Sammler von Goldsand im Koppenbrüllerloche erscheint, was dadurch zu erklären ist, daß der genannte Gelehrte sich dort zu wiederholten Malen Sand zur näheren Untersuchung herausgeholt hat, welcher eine für das Kalkgebirge, in dem die Höhle sich befindet, ganz unerklärliche Zusammensetzung besitzt (siehe S. 195).

In die Classe der Sagenhöhlen gehören auch die Wunderhöhlen, in denen allerlei Krankheiten geheilt werden, oder denen die verschiedenartigsten Zauberkräfte zugeschrieben werden. Die Höhle von Lourdes und die Grotte de Sassenage in Frankreich, sowie die Grotte San Servolo bei Triest sind solche Wunderhöhlen, in denen gar räthselhafte Dinge vorgehen sollen. In der Grotte von Sassenage vollzieht sich schon seit Jahrhunderten das Wunder, daß sich am 6. Januar eines jeden Jahres zwei hohle Steine mit Wasser füllen, was stets eine große Menge Gläubiger anlockt. In der Grotte des heiligen Servolo wird ein kleines Wasserbecken niemals leer, wie schon Valvasor (1689) berichtet. Derzeit findet dieses Wunder keine so große Beachtung mehr wie früher, dagegen hat Lourdes einen ungeahnten Aufschwung erfahren.

Daß der Aberglaube ganz unbegreifliche Blüthen treiben könne, beweist eine an das Komische streifende Erzählung Alfred v. Wrede's über seinen Besuch einer Höhle in Wâdiy Schaqq in Arabien. Die tapferen Beduinen, welche ihm als Schutz beigegeben waren, wollten schon am Eingange das Hasenpanier ergreifen, weil sie sich vor den in der Höhle hausenden bösen Geistern (den Dschinn's) fürchteten. Wrede mußte vorher die Geister durch fromme Gebete bannen, und erst dann folgten sie ihm unter fortwährenden Rufen: „Tossdor! Tossdor! ya Mobârekyn!" — d. i. „Erlaubet! Erlaubet! Ihr Gesegneten!" In der Höhle durfte Wrede nichts von den Tropfsteingebilden abbrechen, und es war ihnen unlieb, daß Wrede einen Stein in einen Schlund am Ende der Höhle warf, der in's Wasser fiel. Nach der Rückkunft erzählten die Beduinen haarsträubende Geschichten, wie ihr Begleiter die Geister gebannt habe, wie der Stein ein furchtbares Getöse verursacht habe, und dergleichen Uebertreibungen mehr. Werden derlei Geschichten weiter erzählt, so entsteht leicht ein ganzer Sagenkranz. Ueber dieselbe Höhle erzählte später Schaych Bâ Nâß, daß in der Höhle im Dschebel Schaqq lange vor Mohammed ein Zauberer Namens Schaqq gewohnt habe (von dem der Berg, (Dschebel), wahrscheinlich auch den Namen hat), in dessen Körper außer den Rippen und den Fingerknöcheln keine anderen Knochen existirt hätten; daß ferner unermäßliche Schätze in ihr aufbewahrt liegen, die von einem Heere böser Geister bewahrt würden u. s. w.

Es gibt aber nicht nur sagenhafte und Sagenhöhlen, sondern die Sage bemächtigt sich auch zahlreicher künstlicher Hohlräume, und insbesondere der Gänge, die von alten Ritterschlössern weithin in's Freie, oft unter bedeutenden Flüssen durchgeführt haben sollen. Von der Burg Rauhenstein bei Baden (Niederösterreich) soll ein unterirdischer Gang, unter dem Schwechatflusse durch, zur Burg Rauheneck führen, welche auf dem jenseits des Thales befindlichen Berge liegt. Unter dem Traunflusse soll ein Gang von der Ruine des Schlosses Wildenstein bei Ischl zum sogenannten Seeauergütel führen. Auch an vielen anderen Orten begegnet man ähnlichen Sagen. Daß vom Schlosse Lueg (Krain) und von der Burg Chalons (Steiermark) natürliche Gänge in's Freie geführt haben, ist dagegen wahrscheinlich; sie wurden jedoch absichtlich verschlossen und sind seither in Vergessenheit gerathen. Bei diesen beiden Burgen handelte es sich aber um natürliche Erosionshöhlen, welche den Niederschlägen am nahen Plateau zum Abfluß gedient haben, und die daher wahrscheinlich mit Erosionstrichtern am Tage in Verbindung stehen. In einer von Glonig citirten Sage „Unterirdische Gänge in Andorf" (Oberösterreich) sind unschwer Erdställe zu erkennen, wenn sie auch mit dem „Castelle" (Purgstall, Burgstall) von Andorf in Verbindung gebracht werden.

Bezüglich der Sagen über die Höhlenschlösser von Lueg, Chalons und der Feenburg (Siebenbürgen) gehört wohl ein Theil der Geschichte an. Die Sage hat dieselbe jedoch ausgeschmückt und Neues hinzugedichtet. Alle diese Burgen waren Raubritter-Schlösser, und ihre Eroberung war in Folge ihrer Lage schwer ausführbar, weil die mittelalterlichen Kriegsmittel hierfür nicht ausreichten. Auch die Aushungerung, die versucht wurde, nützte nichts, weil durch die Communicationen der Höhlen mit der Oberwelt eine Verproviantirung möglich war. Trotzdem wurden alle diese Schlösser durch List oder Verrath erobert. Die Burg des Lueger's verrieth ein ungetreuer Diener, der vom Burgherrn mit einem Körbchen frischer Erdbeeren an den Befehlshaber der Belagerer geschickt worden war, um ihm zu beweisen, daß die Belagerung eine vergebliche sei. Der Knecht hatte verrathen, wo der Lueger wohne, und ein Stückschuß verwundete ihn auf den Tod, als er sein Zimmer erleuchtete. Nach einer Version wurde der Knecht vom Burgwarte ermordet, als die Feinde, die Verwirrung benützend, die Burg erstiegen; nach einer anderen trug er den Fluch seiner bösen That mit sich herum, ohne den versprochenen Lohn erhalten zu haben. — Chalons fiel gelegentlich der Belagerung durch Margaretha Maultasch in Folge der Flucht des Burgherrn, der seinen Leuten nicht mehr traute. Bald darauf wurde das Belagerungsheer im Thale von Teufenbach geschlagen. Die Geschichte der Feenburg verliert sich in's graue Alterthum und ist durchaus sagenhaft. Das durch sieben Jahre belagerte Höhlenschloß war nicht zu erobern; da verfiel der belagernde König, dessen Namen die Sage nicht nennt, auf die List, die Belagerung scheinbar aufzuheben. Er erbat sich nur ein Taubenpaar zum Andenken an die heldenmüthige Vertheidigung vom Burgherrn; und dieses ließ er, mit Brandstoffen behängt, in einer stürmischen Nacht in sein Nest zurückfliegen, wodurch die Burg vernichtet wurde. — Diese letzte Sage zeigt wohl deutlich, wie sehr Sage und Geschichte ineinander geflochten sind, und daß es einer kundigen Hand bedarf, um zu erkennen, was von den Ueberlieferungen historisch, und was sagenhaft ist.

Es kann allerdings keine vollständige Anweisung auf wenigen Seiten gegeben werden, wie man die Sagenforschung betreiben soll. Wer dieses höchst dankbare Gebiet pflegen will, der findet wohl in der ungemein reichen Sagenliteratur genügendes

Studienmaterial. Daß die Sagenkunde mit der Höhlenkunde in vielfachem Zusammenhange stehe, dürften die vorstehenden Stichproben erwiesen haben. Für den Höhlenforscher ist es aber jedenfalls gut, wenn er die Sagen kennt und sie zu deuten lernt.

Ein Verzeichniß der von ihm benützten Literatur bringt Otto Henne-am Rhyn S. XIII und XIV in der Einleitung seines mehrerwähnten Werkes. Einige darin nicht vorkommende Sagensammlungen sind bereits in Vorstehendem angeführt worden. Zu diesen können noch hinzugefügt werden: „Sagen aus den Rheingegenden, dem Schwarzwalde und den Vogesen", gesammelt von Dr. Aloys Schreiber, 3. Aufl., Frankfurt a. M. 1848. — Panzer: „Beiträge zur deutschen Mythologie", München 1848. — „Märchen und Sagen für die Jugend" von G. Tschasche, I. Sammlung, Breslau 1868, II. Sammlung, Breslau 1870. — „Oesterreichische Volksmärchen" von Franz Ziska (im Dialekte geschrieben), Wien 1812. — „Des deutschen Volkes Sagenschatz" von Edmund von Felsthal, Schwäbisch-Hall (ohne Jahreszahl). — „Historische Volkslieder aus dem 16. und 17. Jahrhundert" von Ph. Max Körner, Stuttgart 1840 (enthält S. 122 „Das Lied von dem Danhuser"). — „Der Untersberg" von J. M. Söltel, Augsburg 1862. — „Oberösterreichische Volkssagen" von Kajetan Alois Glonig, Lehrer in Peuerbach, Ried 1884 (im Selbstverlage des Herausgebers).

In allen diesen Werken gibt es Höhlensagen, wenn auch nur vereinzelt. Außerdem enthalten die folkloristischen Zeitschriften, deren es bereits mehrere gibt, vielfach Sagen, unter welchen auch Höhlensagen vorkommen. In dem vielfach citirten Werke von Dawkins („Die Höhlen 2c." siehe Vorwort) sind ebenfalls viele Höhlensagen enthalten, desgleichen bringt Siegmeth's „Beschreibung der Agetelker-Höhle" (siehe S. 33) deren mehrere aus Nordungarn, und die Schriften von Bielz enthalten viele auf siebenbürgische Höhlen bezügliche. Harzer-Sagen enthält auch das Werk von Behrens: „Hercynia curiosa", darunter auch Kyffhäuser-Sagen. Daß Quenstedt's „Geologische Ausflüge in Schwaben" auch viele Beiträge zur Sagengeschichte der württembergischen Höhlen enthalten, wurde bereits erwähnt. Auch die Reisehandbücher (Bädeker, Mayer, Woerl 2c.) sind gute Fundgruben für Höhlensagen.[1])

Es wäre sehr zu wünschen, daß eine kundige Hand diese so sehr zerstreuten Materialien für eine Höhlensagenkunde sammeln würde, die ein recht interessantes Buch bilden würde, wenn der in diesem Capitel wiederholt gemachte Versuch durchgeführt werden kann, eine Begründung auf naturwissenschaftlicher oder auf historischer Basis zu liefern.

[1]) Die Zeitschrift „Vom Fels zum Meer", Stuttgart 1888, Heft 10, S. 870, enthält die Sage vom Riesen Ruodo, der die Riesenburg in Franken bewohnt hat. Aehnliche Sagen mögen auch in anderen Zeitschriften verstreut sein, wo man sie allerdings schwer zu finden vermag. Viele Höhlen- und Bergwerkssagen enthält das „Sagenbuch von Dr. J. G. Th. Grässe (Glogau 1867), welches auch auf zahlreiche Literaturquellen hinweist.

XII. Capitel.

Höhlenfunde.

Für den Zoopalaeontologen sind die Knochenhöhlen die interessantesten. Ihre Zahl ist enorm, aber nicht alle enthalten gleich werthvolle Fundstücke. Außer in den Höhlen von Brasilien hat man bisher noch keine älteren Funde als aus der Diluvialzeit in Höhlen gemacht, während die tertiären Schwemmländer schon Reste von älteren Säugethieren enthalten. Hin und wieder findet man zwar auch derlei Reste in europäischen Höhlen, allein diese sind dann entweder später eingeschwemmt, oder von Menschen oder Thieren eingeschleppt.

Je nach der mehr oder weniger ungestört gebliebenen Ablagerung findet man diese Ueberbleibsel einer untergegangenen Thierwelt näher an der Oberfläche des Bodens der Höhle oder tiefer vergraben. Ganze Skelette findet man höchst selten beisammen, zumeist sind die Knochen sammt dem Materiale, in dem sie lagen, umgeschlämmt, und sind demzufolge vielfach abgerollt, zerbrochen oder sonstwie beschädigt. Selbst in kleineren Knochenhöhlen ist es in diesem Falle schwierig, die etwa zusammengehörigen Theile eines Skelettes zu finden. Dies rührt zum Theile davon her, daß während der Umschwemmung einzelne Knochen der schützenden Hülle des sie luftdicht umschließenden Höhlenlehmes beraubt, mit der Luft in Contact traten und rasch verwitterten, während die tiefer vergrabenen oder rasch wieder bedeckten sich conserviren und das Aussehen von frischen Knochen überraschend lange behalten konnten. Wurde auch eine vollständige Thierleiche begraben, so ist in diesem Falle das Skelett doch nicht mehr vollständig aufzufinden.

Knochenhöhlen gibt es fast in allen Ländern der Erde und sie sind die Bergeplätze für die Reste einer Thierwelt, über welche wir sonst keine so vollständige Kenntniß erhalten hätten. Darum haben diese Höhlen von jeher die Aufmerksamkeit der Gelehrten auf sich gelenkt.

In älterer Zeit schrieb man die massigen Knochen, die weit größer waren als jene der lebenden Thiere, die man in der Gegend kannte, allerlei Ungeheuern oder mythischen Thieren zu. In der alten Medicin spielte das Einhorn eine wichtige Rolle, und es ist noch gar nicht so lange her, daß Knochen von Ursus spelaeus, aus den Höhlen von Peggau geraspelt, von Quacksalbern den steirischen Bauern als Medicament verabreicht wurden. Die Grotta de' Giganti in Monte Griffone bei Palermo hat ihren Namen daher, daß man die Reste der diluvialen Thiere, die man dort fand, für Riesenknochen erklärte. Behrens widmet dem fossilen Einhorn, welches er für mineralischen Ursprunges hält (l. c. S. 57) eine längere Abhandlung und sagt wörtlich: „Sonst haben die Autores dem gegrabenen Einhorn viele Namen gegeben, indem dasselbe von ihnen bald Unicornum minerale und Ebur fossile oder gegrabenes Elfenbein, bald Osteïtes, Ceratites, Monoceros Vulgi, Lithomarga alba und so ferner genannt wird." Das weiße erklärt er für das beste, doch muß es zellig sein. Die Heilkraft beschreibt er S. 60 und 61.

Auch als Ueberreste von Drachen wurden diese Höhlenfundstücke betrachtet. Das Drachenloch bei Mixnitz in Steiermark dürfte davon den Namen haben. Eine andere gleichnamige Höhle auf der Grebenzenalpe (Steiermark) muß auf andere Weise zu diesem Namen gekommen sein, denn erst vor etwa zehn Jahren wurde sie durch einen Bergmann einmal und seither nicht wieder befahren. Bei dieser Gelegenheit wurden Knochen eines Ursiden gefunden, den man für Ursus spelaeus hielt, der sich aber später als brauner Bär (Ursus arctos) entpuppte. Mit diesen zusammen lagen am Grunde des angeblich 80 Meter tiefen Naturschachtes Schädeltheile und Röhrenknochen eines ausgewachsenen Elen (Cervus alces). Letztere Thiergattung wird höchst selten in Höhlen gefunden, weil das Elen ein Thier war, welches im Freien lebte und niemals Höhlen als Unterstand aufgesucht hat. Was man daher sonst noch an anderen Orten von vereinzelten Elenknochen in Höhlen fand, ist stets als „vertragen" zu betrachten. Nur in Schlünden, in welchen Thiere gleichwie in Fallen verunglückten, ist es denkbar, ein annähernd ganzes Elenskelett zu finden, und dies ist auch dann nur der Fall, wenn durch rasche Ueberdeckung die Knochen vor Verwitterung geschützt wurden. Ein solcher Fall lag vor beim sogenannten „Schusterloche" nächst Goisern, in welches der Schuster Neubacher hineingestürzt war und bei dieser Gelegenheit zum Entdecker des Schädels eines ausgewachsenen Elens wurde, als er Erde und Steine zusammentrug, um sich das Hinaufklettern zu erleichtern. Später wurde der 10 Meter tiefe Schlund im Auftrage der k. k. geologischen Reichsanstalt einen Meter tief ausgeräumt, bis die knochenführende Schicht endete. Außer dem annähernd vollständigen Skelette des älteren Exemplares wurden noch Knochen und Schädeltheile eines jüngeren Elens und zahlreiche Reste von anderen Thieren gefunden und später von Dr. E. Teller untersucht und bestimmt (siehe: Verhandlungen der k. k. geologischen Reichsanstalt, 5. Heft, Wien 1880, und Jahrbuch des österreichischen Touristenclubs, XII. Clubjahr, Wien 1881, S. 75). Die im Humus eingebetteten Knochen hatten ein vorzügliches Aussehen. Dieselben lagen unmittelbar unter der Mündung des schachtförmigen Schlundes, der sich unten nach einer Seite hin erweiterte, wo er mit einem zweiten Schlunde in Verbindung stand, der aber nach oben zugeschlossen war, und eine durch Tropfsteinbildung übersinterte Decke besaß. Dort hörte der Humus auf, und es befand sich nur scharfkantiger Kalkschotter, wahrscheinlich in mächtiger Aufschüttung, zwischen den beiden Schloten. Alle in diesen Schotter eingebetteten Knochen waren so mürbe, daß es nicht möglich war, auch nur ein Stück davon aufzusammeln. Im Nebenraume lagen nur Kleinthierknochen in einer vom Boden abzweigenden, theilweise mit Lehm ausgefüllten engen Röhre. Diese befanden sich in gutem Zustande. Aus diesem Beispiele kann man ersehen, wie viel auf die Lagerungsverhältnisse ankommt.

Es sind dreierlei Fälle denkbar, in denen Knochen in Höhlen gelangen können, und zwar:

1. Die Thiere haben in der Höhle gelebt und sind in derselben verendet.

2. Die Knochen sind durch Wasser eingeschwemmt, von Thieren eingeschleppt, oder von Menschen in die Höhlen getragen worden.

3. Die Thiere sind in der Höhle zufällig verunglückt.

Ein denkbarer vierter Fall wäre der, daß Knochen, die auf eine der angegebenen Arten in die Höhle gelangt sind, dort umgeschwemmt, verstreut und zum Theile ganz aus der Höhle weggeschwemmt worden sind, so daß sie vor die Mündung der Höhle zu liegen kamen. Derlei Complicationen kommen mehrfach vor, wie dies aus den Untersuchungen

von Dr. Kříž in den mährischen Höhlen hervorgeht, und auch von Gümbel, Fraas u. A. constatirt worden ist. Ganze Skelette darf man daher nur dort zu finden hoffen, wo der Localaugenschein lehrt, daß keine Umschwemmung stattgefunden hat. Schwer zugängliche Höhlen enthalten nur selten Knochenreste oder höchstens solche, die durch Spalten oder Schlote eingeschwemmt worden sind.

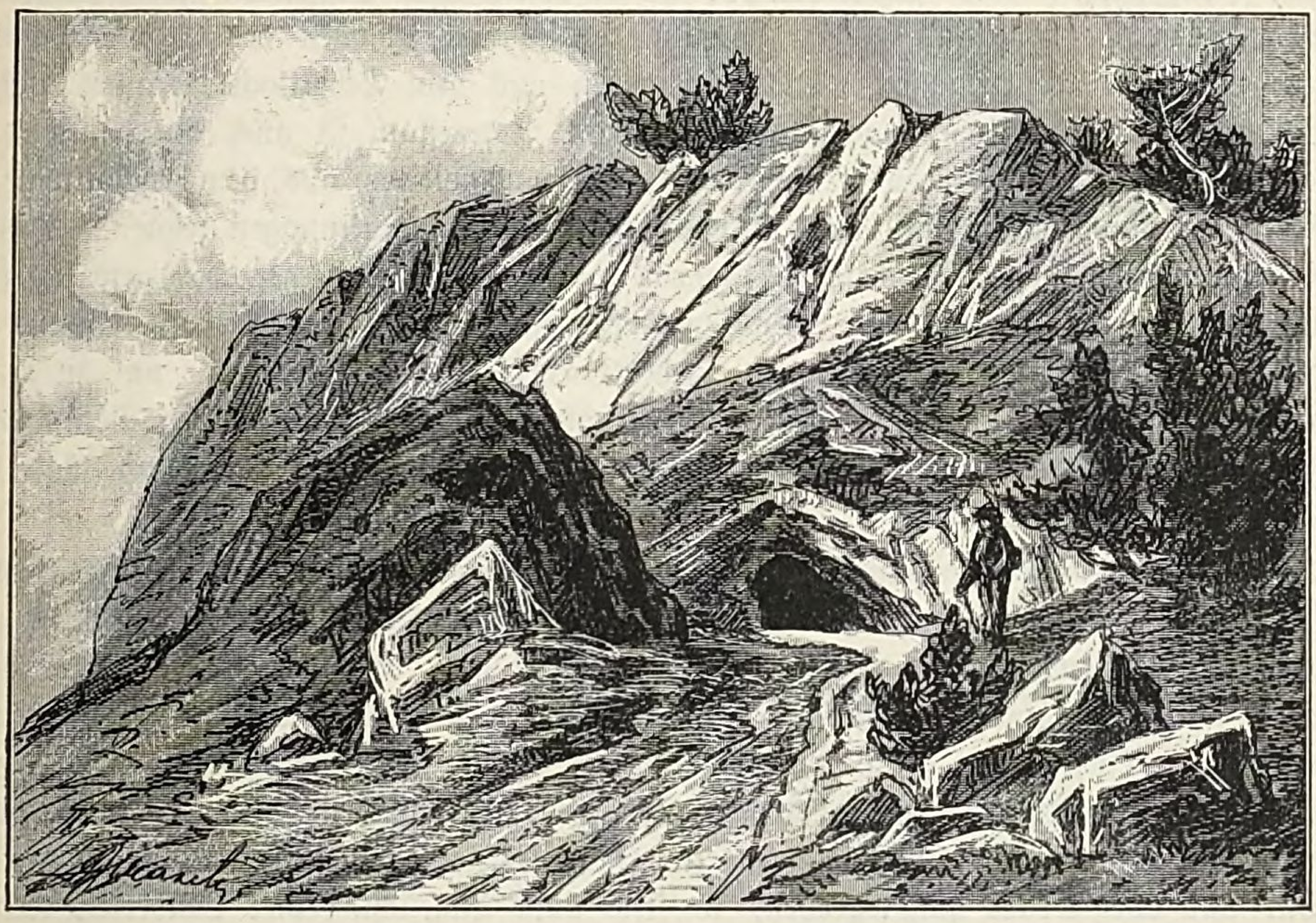
Die meisten Knochenhöhlen wurden durch Zufall entdeckt. Daß die baierischen Höhlen reiche Fundplätze bilden, ist schon im vorigen Jahrhunderte bekannt geworden. Früher wußte man nicht den wissenschaftlichen Werth der Reste der diluvialen Fauna zu schätzen, und manches werthvolle Stück, welches aus Curiosität mitgenommen worden ist, mag späterhin unbeachtet in einen Winkel geworfen worden und so verloren gegangen sein. Nach Goldfuß gebührt einem jungen Arzte aus Muggendorf (Dr. Heumann) das Verdienst, im Jahre 1766 zuerst auf die Natur der Knochen in der Gailenreuther Höhle aufmerksam gemacht zu haben, die früher als fossiles Einhorn ausgebeutet und in der Medicin verwendet worden sind. Im Jahre 1774 erschien in Nürnberg Esper's Werk: Ausführliche Nachrichten von neuentdeckten Zoolithen unbekannter vierfüßiger Thiere, deren sie enthaltenden, sowie verschiedenen anderen denkwürdigen Grüften der Obergebirgischen Lande des Markgrafenthums Bayreuth. Mit 14 illustrirten Kupfern. 1792 publicirte bereits Cuvier in Paris seine Schrift: „Sur les têtes d'Ours fossiles des cavernes de Gailenreuth". Das letzte Viertel des vorigen Jahrhunderts war überhaupt reich an Publicationen über die fränkischen Höhlen, von denen aber die meisten bereits vergessen sind. Goldfuß (Die Umgebung von Muggendorf. Erlangen 1810) erwähnt eine Reihe von Schriften, die heute zu den größten Raritäten zu zählen sind, und nur in großen Bibliotheken mehr zu finden sein dürften. Sobald die Bahn einmal gebrochen war, folgte Entdeckung auf Entdeckung, woran sich Deutsche, Franzosen und Engländer, später auch Gelehrte anderer Nationen eifrig betheiligten.

Eine Bibliographie der Höhlenkunde ergäbe recht interessante Resultate über die Schwankungen im Forschungseifer. Es kann aber mit Befriedigung constatirt werden, daß ein völliger Stillstand seither niemals eingetreten ist.[1]) Ein wesentlicher Theil der Höhlenforscher wendete sich aber der prähistorischen Richtung zu, und die minder interessante Osteologie besitzt derzeit verhältnißmäßig nur wenig Vertreter, die sich mit Erforschung von Höhlen befassen. Ein Fachorgan besitzt die Höhlenforschung eigentlich nicht, seit die „Mittheilungen der Section für Höhlenkunde des österreichischen Touristenclubs" zu erscheinen aufgehört haben. Dies ist vielleicht auch ein Charakteristicum! Der schwäbische Höhlenverein hat mehrere zwanglose Publicationen herausgegeben, und zwar den Aufsatz von Dr. K. Endriß, der zuerst in den „Blättern des schwäbischen Albvereines" (4. Jahrgang, Nr. 10, Tübingen 1892) erschienen ist („Ueber den Bau der Höhlen des schwäbischen Albgebirges 2c.") und einen Sonderabdruck aus der Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft eines früheren Aufsatzes von Dr. K. Endriß („Zur Geologie der Höhlen des schwäbischen Albgebirges", Berlin 1892), außerdem noch drei Blätter mit Situationsplänen, die im Jahre 1893 an die Mitglieder vertheilt worden sind. Die Literatur über die Höhlenfunde muß man daher aus Werken zusammensuchen, die verschiedenen Disciplinen angehören, und es wäre daher an der Zeit, daß wieder ein Fachorgan für die Höhlenkunde gegründet werde, oder daß ein Generalregister der wichtigeren Localitäten erscheine, welche in

[1]) Diesbezüglich siehe den Aufsatz: „Die Höhlenforschung in Frankreich", im 4. Hefte von „Petermann's geographischen Mittheilungen", Gotha 1892.

einer oder der anderen Hinsicht für den Forscher von Interesse sind. Es dürfte dieß freilich keine trockene Aufzählung sein, sondern es müßte zum Mindesten eine genaue Orientirung jedem einzelnen Objecte beigegeben sein; ferner eine kurze Beschreibung des Innenraumes, eine Erwähnung desjenigen, wodurch die Höhle einen wissenschaftlichen Werth besitzt, und ausführliche Literaturnachweise. Ein solches Werk vermag aber ein Einzelner nicht zu schreiben.

Als es weder in den Höhlen, noch am grünen Tische nicht viel Epochemachendes mehr zu entdecken gab, mußte der Eifer erlahmen, umsomehr als die prähistorische Richtung weit mehr Aussichten bot. Später nahmen in Deutschland Quenstedt, Gümbel, Zittel, Ranke, Liebe, Nehring u. A. die Höhlenforschung wieder in die Hand, wobei jedoch eine Art von Arbeitstheilung Platz griff. Die Geologen beschrieben die Höhlen bezüglich ihrer Entstehungsgeschichte, die Prähistoriker beschäf-



Schottloch im Kuffsteine (Dachsteingruppe).

tigten sich mit ihrem Fache, und die Osteologen befaßten sich mit den Knochenfunden. Nachdem aber die Diluvialfauna bereits als Domäne der Geologen seit längerer Zeit gilt, so blieben für die Osteologen nur mehr die schwer zu bestimmenden Kleinthierknochen übrig. In diesem Fache gelten Dr. Nehring und Dr. Liebe als Autoritäten in Deutschland. In Oesterreich befassen sich Professor Woldřich (früher in Wien und derzeit an der czechischen Universität in Prag), Dr. Teller (an der geologischen Reichsanstalt in Wien) und Dr. Kříž (in Steinitz in Mähren) mit der Bestimmung von Knochen, die aus Höhlen stammen.

Sowohl den Praktikern als auch den Theoretikern verdankt man eine Reihe von Beobachtungen, welche angeführt zu werden verdienen. So z. B. beobachtete Professor Fraas in Höhlen, die von Bären bewohnt waren, eigenthümliche, wie polirt aussehende Stellen, welche die Bären durch Reiben an den Wänden erzeugt hatten. Ein Belegstück hierfür fand sich auch an einem Steine im Schottloche des

Kuffsteines (Dachsteinplateau), welches sich derzeit im Besitze des Verfassers befindet, nachdem es vorsichtig abgemeißelt worden war, ehe der Stein gesprengt wurde, der den Eingang der Höhle verengt hatte, wodurch die Bären, welche die Höhle bewohnt hatten, gezwungen wurden, über den Block hinwegzuschliefen. Dr. Nehring schreibt den Eulen die Einschleppung von allerlei Resten der Mikrofauna zu. Daß die Knochen außer der Bedeckung durch zähen Lehm auch der Feuchtigkeit zu ihrer Conservirung bedürfen, ist eine Beobachtung von Fraas, zu welcher noch bemerkt werden darf, daß nach dem Auffammeln die Knochen nicht zu rasch trocknen dürfen, und bald durch Imprägnirung mit Leimlösung geschützt werden müssen, weil sie nach Verlust der sogenannten Erdfeuchtigkeit um so rascher rissig werden und zerfallen, wenn sie nicht mehr genügend thierischen Leim enthalten. Professor Ranke beobachtete die Bißspuren an Knochen, die er in Höhlen fand, und zeigte, daß neben dem Biber auch Murmelthier und Stachelschwein an Knochen ihre Bißspuren zurückgelassen haben. Dr. Teller fand in den von ihm bestimmten Knochen des Schusterloches auch Bißspuren des Dachses. An den Knochen aus dem Schottloche konnten auch Bißspuren kleinerer Nager nachgewiesen werden. Interessant ist auch der Umstand, daß die Knochen der Jugendexemplare von Ursus spelaeus aus dem Schottloche, die in der obersten Schichte lagen, sämmtlich Krankheitserscheinungen zeigten. Daß die großen Hirscharten (Cervus megaceros = Riesenhirsch) wegen der gewaltigen Ausladung ihrer Geweihe keine Waldbewohner sein konnten, sondern sich vorzugsweise in waldlosen Ebenen aufhielten, hebt Dawkins darum hervor, um zu beweisen, daß gewisse Fundstücke von Riesenhirschknochen von prähistorischen Menschen auch dorthin vertragen worden sind, wo die Thiere nicht ihre natürlichen Aufenthaltsbedingungen finden konnten.

Alle diese scheinbar unbedeutenden Beobachtungen sind höchst wichtig für den Höhlenforscher, und er muß sie kennen, um nicht Gefahr zu laufen, eine Entdeckung wieder zu machen, die ein Anderer längst publicirt hat. Weiters muß er die Literatur, wenigstens jene über das engere Forschungsfeld, kennen, welches er zu studiren beabsichtigt. Diese findet er in topographischen Werken und in naturwissenschaftlichen verstreut. Wer sich ein nicht zu großes Gebiet wählt (etwa einen Kreis oder eine Provinz), dem wird es leicht gelingen, zu erfahren, was darüber bereits bekannt ist. Will man aber weiter hinausgreifen, so steht man Angesichts eines unübersehbaren Gebietes, welches niemals ganz beherrscht werden kann. Es dürfte daher zu empfehlen sein, sich für ein Fach zu specialisiren, und entweder die Forschung vom geologischen Standpunkte (Entstehungsgeschichte der Höhlen) oder vom osteologischen oder vom prähistorischen zu betreiben, stets aber nur sich ein enger begrenztes geographisches Gebiet zu wählen, welches allein schon genügende Beschäftigung zu bieten vermag.

Die baierischen Höhlenforscher haben ihr Heimatland recht gründlich durchforscht, aber die wissenschaftliche Seite bevorzugt und den descriptiven Theil vernachlässigt. Dagegen ist Baiern das einzige Land, welches eine Höhlenkarte besitzt, die publicirt ist.[1]) Gelegentlich des Naturforschercongresses im Jahre 1875 in Graz wurde auch eine Karte

[1]) Herr Oberbergdirector von Gümbel hat den Verfasser zu besonderem Danke verpflichtet durch die Gestattung diese Karte dem vorliegenden Buche beigeben zu dürfen, und durch die gütige Revision derselben, in Folge deren zwei Höhlen eingezeichnet erscheinen, die in der älteren Ausgabe fehlten, welche dem Organe der Münchener Gesellschaft für Anthropologie und Urgeschichte Bayerns (II. Bd., 4. Heft, München 1879) beigegeben ist.

Höhlenkarte des Salzkammergut.

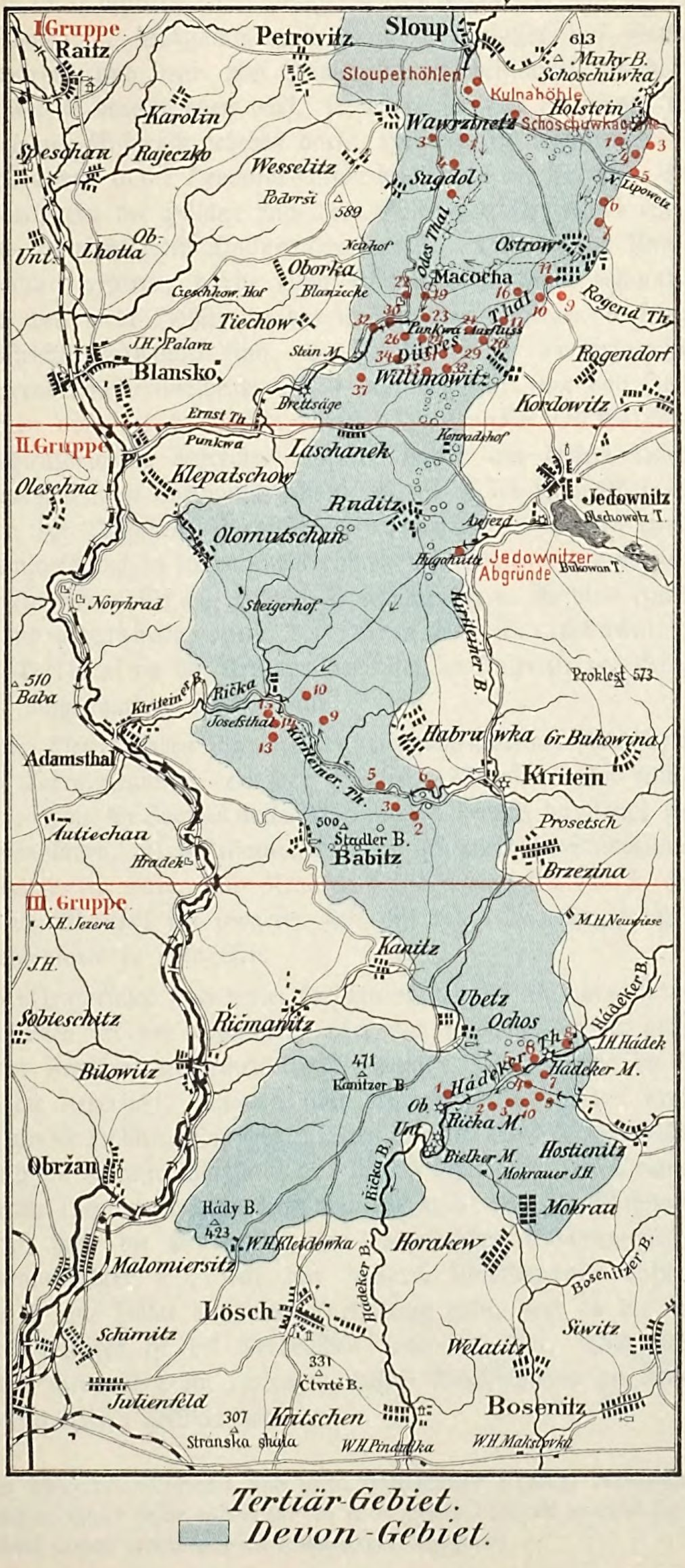


1. Klimmsteinhöhle.
2. Windlegerhöhle.
3. Arzgrube.
4. Burgsteinhöhle.
5. Klein-Sonnsteinhöhle.
6. Beilsteinhöhle bei Traunkirchen.
7. Röthelseehöhle.
8. Nixlucke im Annerlgraben.
9. Goldkandelhöhle.
10. Schrottloch.
11. Ihlingloch.
12. Knerzenloch.
13. Gamsofen.
14. Höhle im Aussernstein.
15. Haberleithberghöhle.
16. Jainzenhöhle.
17. (3) Wildensteinhöhlen.
18. Nixloch in der Jochwand.
19. Wurmloch.
20. Höllenloch.
21. Kohlmannskirche.
22. Rabenloch in Nd.Kalmberg.
23. Schusterloch.
24. Hallerloch.
25. Wetterloch auf d. Schartenalpe.
26. Hauergrube.
27. Schilcherloch.
28. Rothwandhöhlen.
29. Bärenloch im Saarstein.
30. Koppenbrüllerloch.
31. Holzknechtloch.
32. Goldloch im Finstergraben.
33. Rabenloch in d. Hirschau.
34. Brandgrabenloch.
35. Augstalpenhöhle.
36. Gartenloch.
37. Schützenhöhle.
38. Kienbachwandhöhle.
39. Russbachloch.
40. Kuhstallkirche.
41. Wetterloch im Schafberge.
42. Adlerhöhle.
43. Birgelsteinhöhle.
44. Drachenhöhle.
45. Hochwurzenhöhle.
46. Landfriedhöhlen.
47. Bärenloch am Dachsteinplateau.
48. Schottloch.
49. (2) Starnalpenhöhlen.
50. Wetterloch im Kufstein.
51. Wildfrauenlöcher.
52. Schachthöhle am Hirzkahr.
53. Speikleithenhöhle.
54. Langthalkogel-Eishöhle.
55. Goldenes Gaterl.
56. Gugulutzkirche.
57. Eishöhle am Kasberge.

Das Brünner Höhlen-Gebiet

entworfen und gezeichnet von

Prof. R. Trampler.



Tertiär-Gebiet.

Devon-Gebiet.

von Steiermark vorgelegt, welche nebst den prähistorischen Fundstellen auch die Höhlen enthielt; dieselbe ist aber nicht veröffentlicht worden. Das Originale dürfte sich im Besitze des Joanneums in Graz befinden. Die beiliegende Uebersichtskarte über die Vertheilung der bekannten Höhlen im Salzkammergute ist vom Verfasser auf Grund eigener Forschungen entworfen und war zum Privatgebrauche bestimmt. Nachdem dieselbe jedoch einiges Interesse beanspruchen darf, so wurde sie hier eingefügt, trotzdem sie auf Genauigkeit keinen Anspruch erheben darf. Genauer ist dagegen die Karte des mährischen Höhlengebietes in der Devonformation bei Brünn von Professor Trampler, in welcher die Nummern der Höhlen nach dem Buche von Dr. Kříž eingesetzt sind, und welche auch die wichtigeren Dolinenzüge enthält. Daß in der Umgebung von Ischl so viele Höhlen existiren, dürfte selbst Einheimischen kaum bekannt sein, und doch mögen noch weit mehr Höhlen in den umliegenden Gebirgen verborgen liegen, wofür sichere Anzeichen vorhanden sind. Ein Hinderniß für die Erforschung ist der Umstand, daß gerade vielversprechende Theile des Gebirges (wie das Höllengebirge) aus Jagdrücksichten nicht besucht werden dürfen. Die Besucher des Salzkammergutes, welche etwa Höhlenforschung betreiben wollten, haben mit diesem Uebelstande zu rechnen, der anderswo nicht vorkommt. So z. B. ist es im Kremsthale (in Niederösterreich) gerade der Jagdherr Baron v. Gudenus, der zu den eifrigsten Förderern der Höhlenforschung in seinen ausgedehnten und höhlenreichen Revieren gehört, wo schon durch Ingenieur Brun, Custos Szombathy u. A. viele Funde gemacht worden sind, und gegenwärtig durch die Herren Dr. Kerschbaumer, Weigl, Tamerus und Dellapina die Arbeiten neuerlich im Interesse des Kremser Localmuseums wieder aufgenommen worden sind.

Einen engen Bezirk haben sich die Triester Höhlenforscher gewählt, in dem sie sich eine genaue Terrainkenntniß erwerben konnten. Derzeit ist die Abtheilung für Grottenforschung, sowie die Società delle Alpe giuliae bereits im Besitze einer großen Anzahl von Höhlenplänen, deren Zusammenstellung zu einem Gesammttableau möglich und sehr wünschenswerth wäre. Für Frankreich (allerdings ein viel zu ausgedehntes Terrain) trägt sich Martel seit längerer Zeit mit dem Gedanken, nach baierischem Muster eine Höhlenkarte zu entwerfen.

Für den Höhlenforscher sind derlei kartographische Behelfe eben so unentbehrlich wie die Terrainkarten für den Alpinisten. Aber nur Höhlenkarten im größten Maßstabe nützen dem Forscher bei seinen Untersuchungen. Karten wie die beiliegenden erleichtern nur die Uebersicht, gestatten aber keine Schlüsse auf den muthmaßlichen Zusammenhang zweier Höhlen. Die Höhlenkarten, welche das k. k. Ackerbauministerium anlegen ließ, sind im Katastralmaßstabe (1 : 2880) gezeichnet. Die Originalkarte der Adelsberger Grotte (der neuen Aufnahme von Schmid) hat den Maßstab 1 : 1000. Höchst wichtig ist stets die Eintragung der oberirdischen Erscheinungen[1]) (Klüfte, Einstürze, Erosionstrichter 2c.), weil nur dadurch Anhaltspunkte dafür gewonnen werden können, ob eine Höhle auch eine Fortsetzung habe, oder ob die Ausräumung aussichtslos sei. Letzteres ist bei Verbrüchen stets der Fall. Das Heppenloch in Württemberg war nur mit Lehm vertragen, dessen Durchfahrung zur Entdeckung der neuen Guttenberger Höhle geführt hat.

[1]) Für den Meliorationstechniker sind derlei Höhlenkarten geradezu unentbehrlich. Wo sie nicht existiren, muß er eigens solche entwerfen, ehe er es wagen darf, ein genaues Urtheil über den Zusammenhang eines derzeit unterbrochenen Höhlenzuges abzugeben.

Auch der Prähistoriker bedarf daher einer gewissen Kenntniß des Baues der Höhlen, was ihm viel Zeit und Kosten ersparen kann. Ob er trotzdem Funde von einigem wissenschaftlichen Werth machen kann, ist wohl Glückssache. Die meisten Entdeckungen wurden zufällig gemacht; ist aber einmal ein Fundplatz constatirt, so ist wenigstens die Wahrscheinlichkeit vorhanden, daß weitere Funde in Aussicht stehen, wenn planmäßig darnach gesucht wird. Der Höhlenforscher darf aber nicht erlahmen, wenn eine Ausgrabung resultatlos bleibt. Ein neuer Fundplatz kann die Mühe hundertfach lohnen.

Für den Forscher auf prähistorischem Gebiete ist es selbstverständlich vor Allem nöthig, Prähistoriker zu sein. Neulinge ohne jede Kenntniß der Prähistorie sollten überhaupt von der praktischen Forschung in Höhlen mit prähistorischem Inhalte ferne gehalten werden, weil sie unsagbaren Schaden anstiften können. Das Durcheinanderwühlen von Schichten verschiedenen Alters kann sämmtliche gemachte Funde entwerthen. Vor Allem bedarf es eines geübten Auges, um die oft unbedeutenden Unterschiede der einzelnen Niveaus der Ablagerungen unterscheiden zu können. Diese Unterschiede lernt man nur durch die Praxis kennen, und Neulinge thuen daher gut daran, ihre ersten Erforschungstouren in Begleitung erfahrener Fachmänner zu machen, und von ihnen die Handgriffe und Alles das zu lernen, was man wissen muß, um selbstständig arbeiten zu können. In einer Stunde lernt man am Felde oft mehr, als durch monatelanges Studium aus Büchern. Unsere Prähistoriker sind zumeist ungemein liebenswürdige Leute und sehen es gerne, wenn sie eifrige Jünger für ihr Fach finden. An Gelegenheit, sich an Ausgrabungen unter fachmännischer Leitung zu betheiligen, dürfte es somit nicht fehlen. Immerhin ist es aber besser, wenn der Jünger schon theoretisch vorgebildet ist und die charakteristischen Unterscheidungsmerkmale der Fundstücke in Bezug auf die Altersperiode, der sie angehören, schon kennt. Diese kann man studiren aus Lehrbüchern, durch den Besuch von Museen und am besten durch den Verkehr mit Fachleuten.

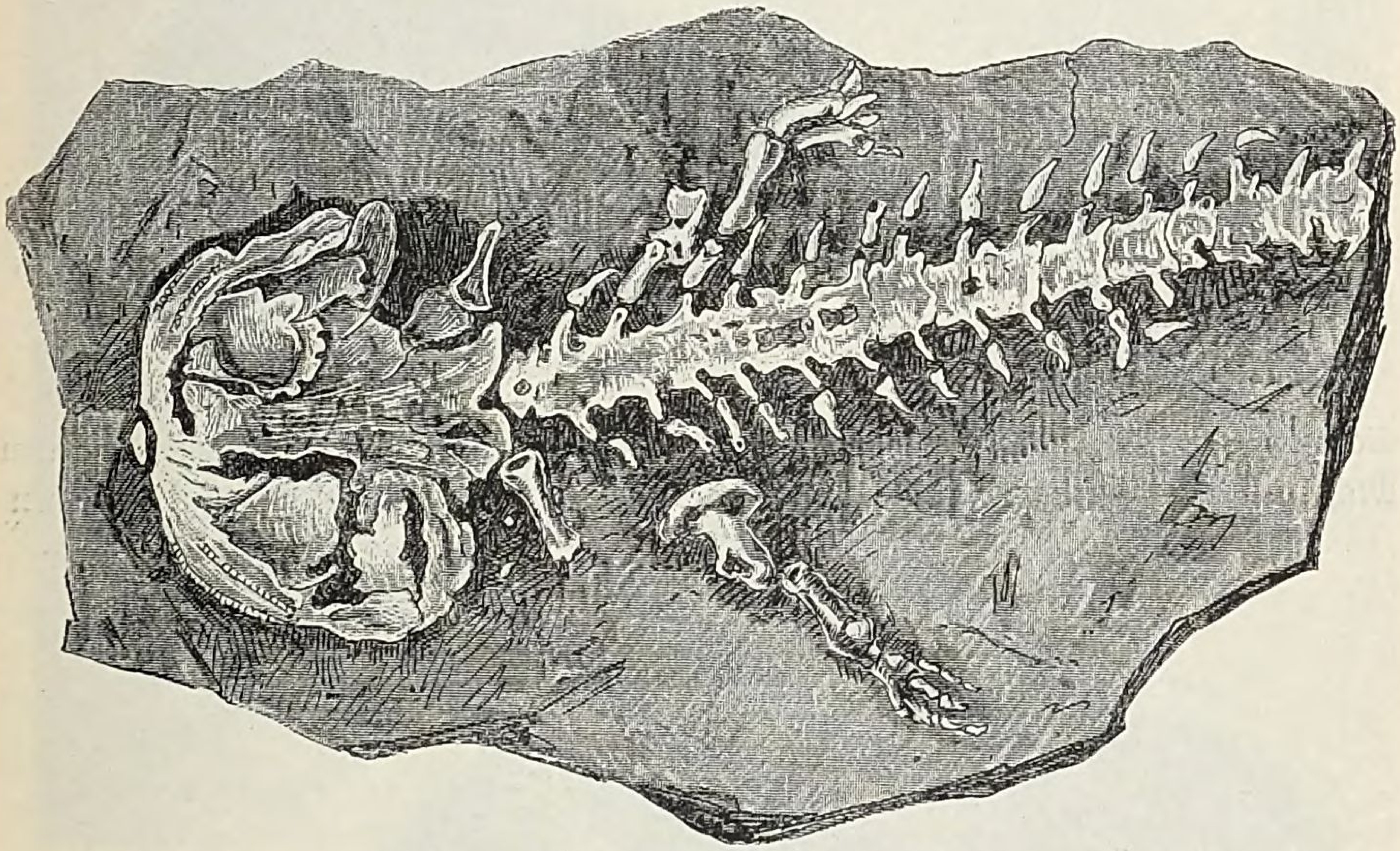
Für den gebildeten Prähistoriker sind die vorstehenden Sätze natürlich nicht geschrieben; allein nachdem die Möglichkeit vorliegt, daß dieses Buch auch vollständigen Laien in die Hände komme, welche der Meinung sind, daß sie nach Durchlesung desselben sich schon als Höhlenforscher betrachten dürfen, so kann dieser Hinweis durchaus nicht schaden und die Fachleute werden ihn gewiß gerechtfertigt finden.

Am wenigsten schaden können die angehenden Höhlenentomologen; denn wer mit den Fangarten nicht vertraut ist, und die Thiere nicht kennt die er fangen soll, der wird sicher nur geringe Beute heimbringen. In Höhlen mit prähistorichem Inhalte findet man auch ohne Kenntnisse des Faches allerlei Dinge; es hängt aber von der Art und Weise ihrer Aufsammlung ab, ob sie ihren wissenschaftlichen Werth behalten oder zum bloßen Raritätenkram herabsinken. *Vor einer Aufsammlung in letzterem Sinne kann nicht eindringlich genug gewarnt werden.*

Wichtigere Funde sind im Besitze von Laien so gut wie verloren für die Wissenschaft. Wer so glücklich ist, einen interessanten Fund zu machen, sollte die Selbstverleugnung haben, sich desselben zu Gunsten einer öffentlich zugänglichen Sammlung zu entäußern. Aber auch in dieser Hinsicht ist einige Vorsicht geboten, denn nicht in jeder öffentlichen Sammlung weiß man den Werth gewisser Funde zu schätzen; und wenn die Gefahr besteht, daß dieselben dort unbeachtet in irgend einem Winkel aufbewahrt werden, so ist es besser, die Funde einem Museum zu widmen, in dem man sicher sein kann, daß sie nicht unter einer Menge gleichartiger Gegenstände verschwinden

oder gar bei Seite gelegt werden. Gegenstände von localem Interesse widme man den Localmuseen, wo solche bestehen.

Eine Warnung dürfte in diesem Capitel am Platze sein. Man soll nämlich bei Erwerbungen durch Kauf nicht unbedingt Allem Glauben schenken, was den Anschein der Echtheit trägt. Falsificate von prähistorischen Gegenständen sind nichts Seltenes mehr, und werden zum Verkaufe geradeso angefertigt, wie die etruskischen Alterthümer, welche den Reisenden in Italien um theures Geld angehängt werden. Diese Industrie hat schon die Reise um die Welt gemacht, und ist bei den Indern, Chinesen und Japanern in Asien, bei den Rothhäuten und Yankees in Amerika, bei den Berbern in Afrika ebenso gut bekannt wie bei den Europäern. Die lebhafte Nachfrage hat diesen Industriezweig in's Leben gerufen, der auf den schnödesten Betrug basirt ist. Viele Fälschungen sind mit so großem Geschicke gemacht, daß eine genaue Kenntniß der Alterthumsgeschichte bei dem Fälscher vorausgesetzt werden muß. Die unschuldigste

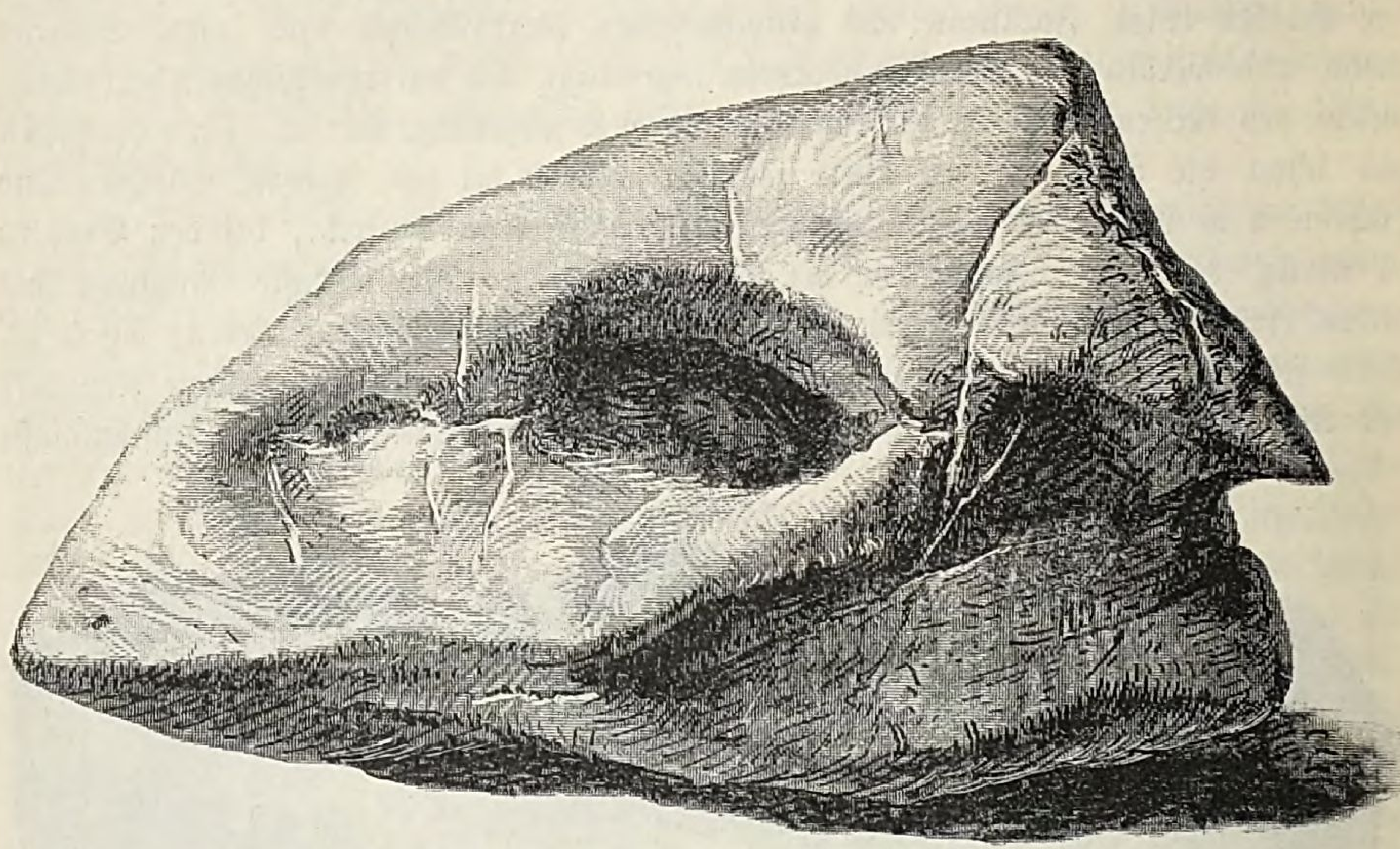


Homo diluvialis testes nach Scheuchzer.

Art besteht darin, daß aus einem echten Stücke — z. B. einer Graburne — zwei bis drei Stücke gemacht werden, die als restaurirte, zerbrochene Gefäße verkauft werden. Jeder Käufer besitzt dann echte Theile der Urne. Das Ganze zeigt auch die Form des Gefäßes, aber den Werth eines vollständigen, echten Stückes hat es nicht.

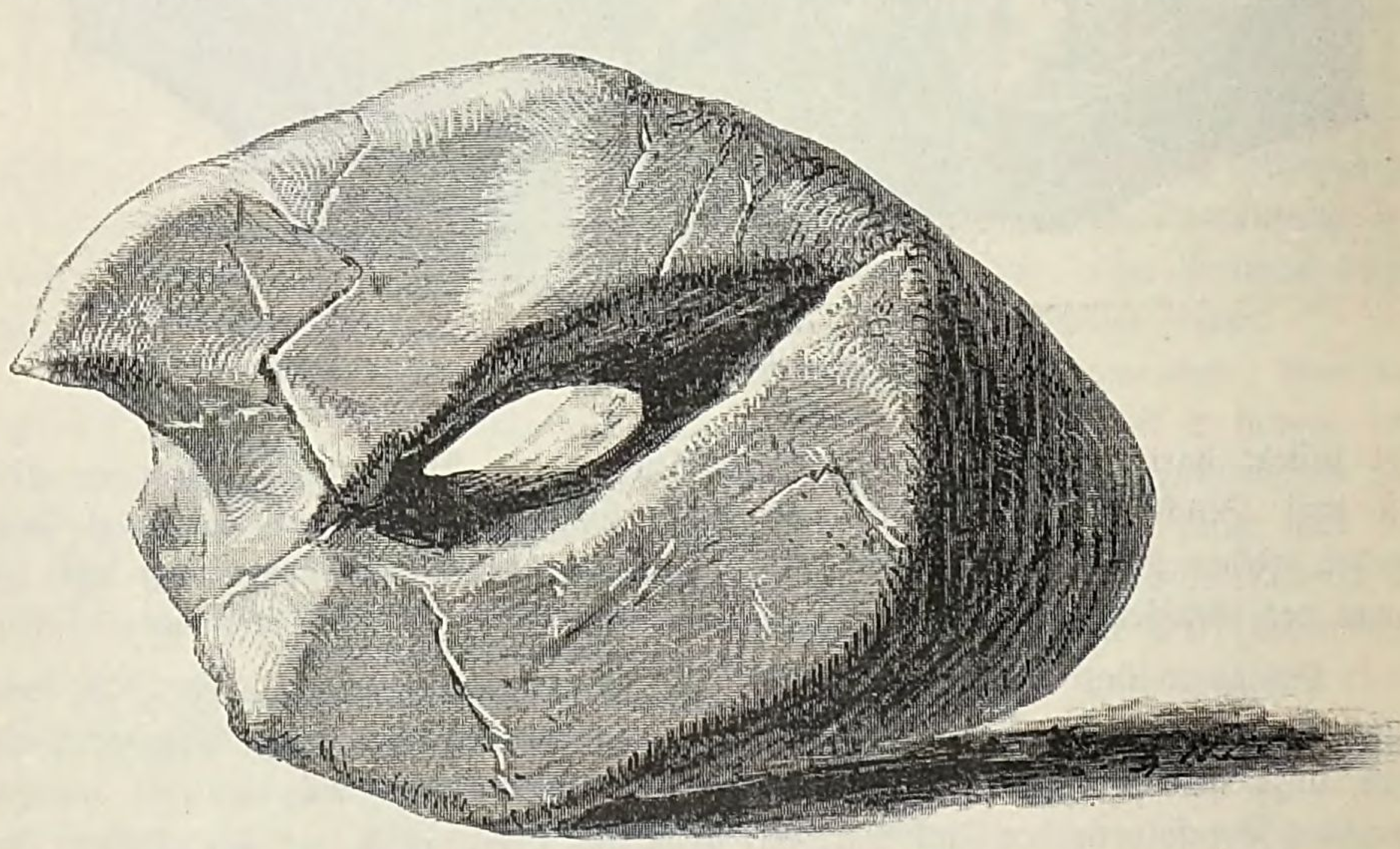
Besonders sind bearbeitete Knochenstücke ein beliebtes Fälschungsobject, die stets das Mißtrauen der Fachleute erregen, so zwar, daß auch, der ganzen Fundgeschichte nach, unzweifelhaft echte Stücke dem Verdachte nicht entgehen, wie dies bei den geschnitzten Beinfiguren der Fall war, die Professor Ossowsky aus den Höhlen bei Krakau ausgegraben hat. Auch die von Hochstetter beschriebenen kleinen Bleifiguren wurden anfänglich mit bedenklichem Kopfschütteln betrachtet. Heute zweifelt Niemand mehr an der Echtheit der beiden erwähnten Funde. Man soll daher weder die Echtheit übereilt zugeben, noch dieselbe übereilt bezweifeln, ehe eine genaue Prüfung vorgenommen wurde.

Manchmal ist nur Unkenntniß die Schuld, daß Dinge als etwas Anderes ausgegeben werden, als was sie wirklich sind. Die Geschichte von der Entdeckung der Reste des Riesen Teutobochus, des Königs der Cimbern, der bei Aix in der Provence von Marius besiegt worden ist, war allerdings nur ein plumper wissenschaftlicher



Verwitterung von Kreidekalk nach dem Originale im Besitze des Verfassers (Vorderansicht).

Schwindel, denn die Knochen waren keine Riesenknochen, sondern stammten von einem Mastodon her. Ein solcher Schwindel konnte im Jahre 1613 noch ganz gut geschehen

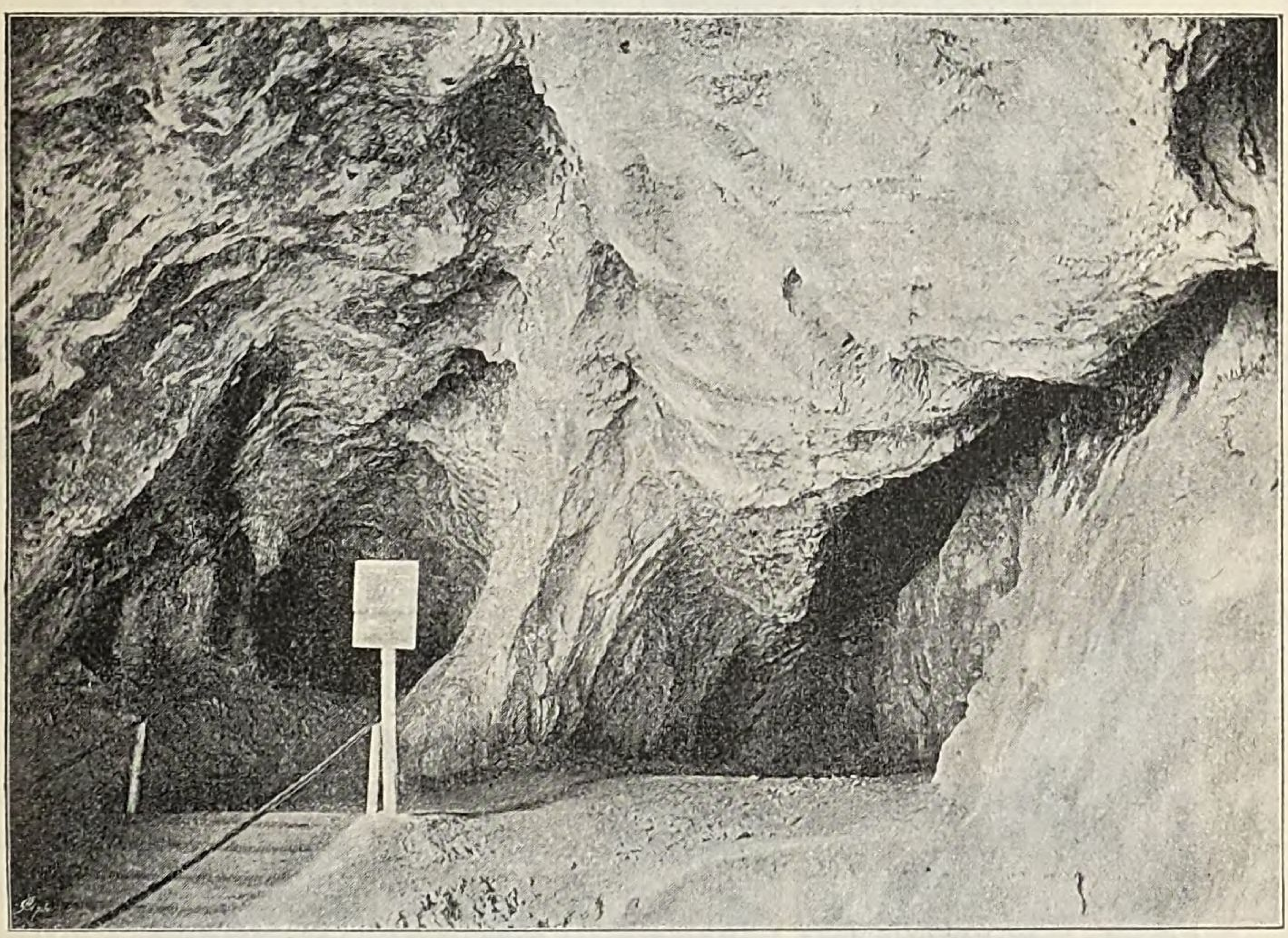


Verwitterung von Kreidekalk (Seitenansicht).

Ueber hundert Jahre später (1725) fand Scheuchzer bei Oeningen in der Schweiz seinen Homo diluvii testis, (siehe Abbildung S. 237) dem er die Verse widmete:

„Betrübtes Beingerüst von einem alten Sünder,
Erwecke, Stein, das Herz der neuen Bosheitskinder.“

Bei näherer Untersuchung erwies sich jedoch der „alte Sünder" als ein Riesensalamander, der sich heute noch unter dem Titel „Andrias Scheuchzeri" in Zürich befindet. Eine entfernte Aehnlichkeit in der Form hat den Verfasser der „Naturgeschichte des Schweizerlandes (Zürich 1752)" irre geführt. Auch der versteinerte Ritter im Walde von Fontainebleau hat nur eine menschenähnliche Gestalt, die mit einiger Phantasie herausgefunden werden kann. Derartige Naturspiele gibt es in großer Zahl, ganz abgesehen von jenen in den Tropfsteinhöhlen, bei denen viel auf den Beleuchtungseffect ankommt. Durchlöcherte Steine, welche täuschend prähistorischen Werkzeugen ähnlich sehen, findet man auf der Oberfläche von Kalkplateaux, die aus weicherem Kalke bestehen; vermöge ihres Materiales können sie aber nicht als Werkzeuge gedient haben, so sehr die Form auch zu dieser Annahme führen könnte. Es



Eingang in die Nichtsgrotte bei Sloup nach einer Photographie von Dr. Martin Kříž.

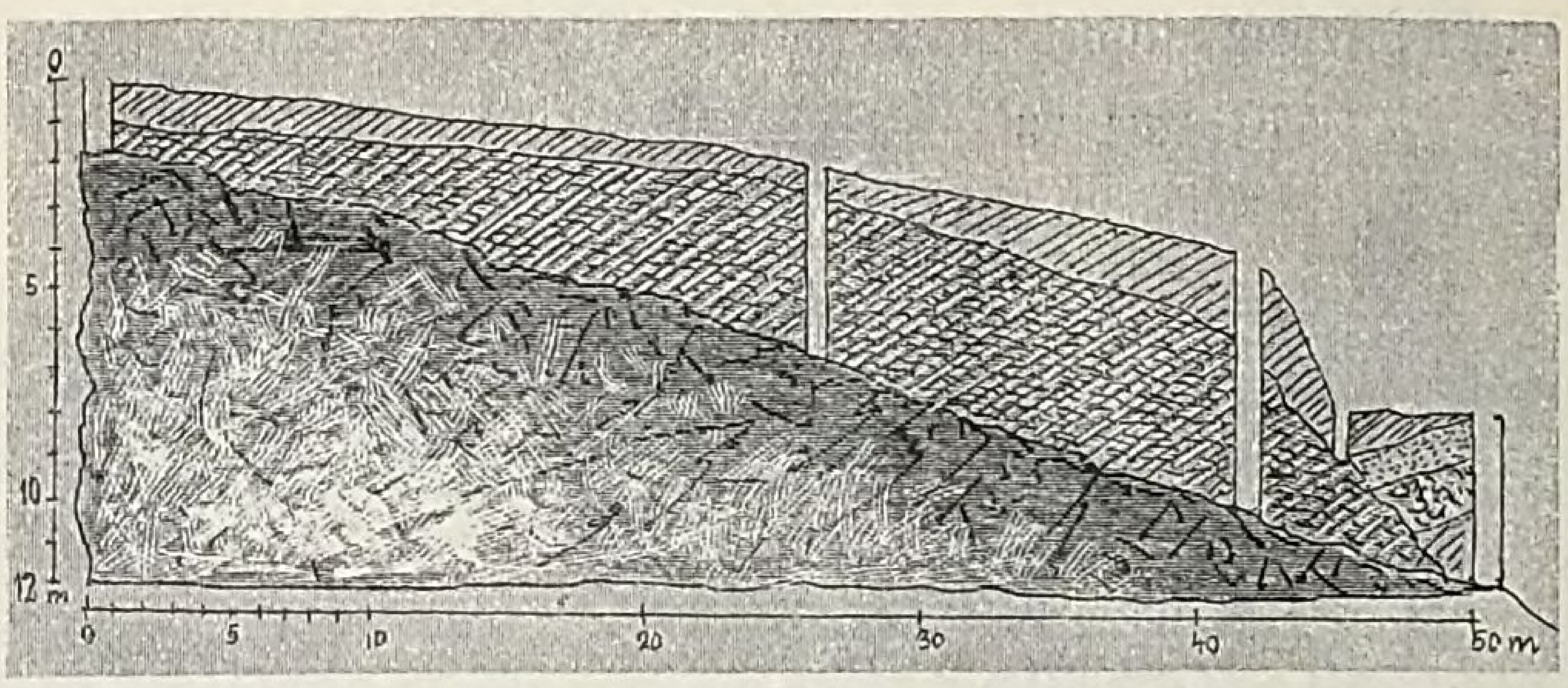
sind eben nur Auswitterungserscheinungen, die man als Naturspiele bezeichnen muß (siehe die beiden Abbildungen S. 238.) [1])

Nach diesen Bemerkungen allgemeiner Natur dürfte es angezeigt sein, über die Lagerungsverhältnisse der Fundstücke, die in Höhlen vorkommen, Einiges zu erwähnen. Ueber diese bieten zahlreiche Pläne und Durchschnitte, die aufgenommen worden sind, die besten Anhaltspunkte. Besonders die anthropologischen Werke und Zeitschriften sind reich an solchen instructiven Zeichnungen. Einige davon sind auch in diesem Buche enthalten und können als Muster dienen.

Um die Lagerungsverhältnisse zu erforschen, wurden in Höhlen mit mächtigen Ausfüllungsmassen schon mehrfach sehr kostspielige Arbeiten unternommen, worunter jene von Dr. M. Kříž die umfassendsten sein dürften. Das Ausfüllungsmaterial war in den Slouper-Höhlen am mächtigsten (bis zu 22 m). Die Schachte, welche Dr. Kříž

[1]) Das Originalstück befindet sich im Besitze des Verfassers.

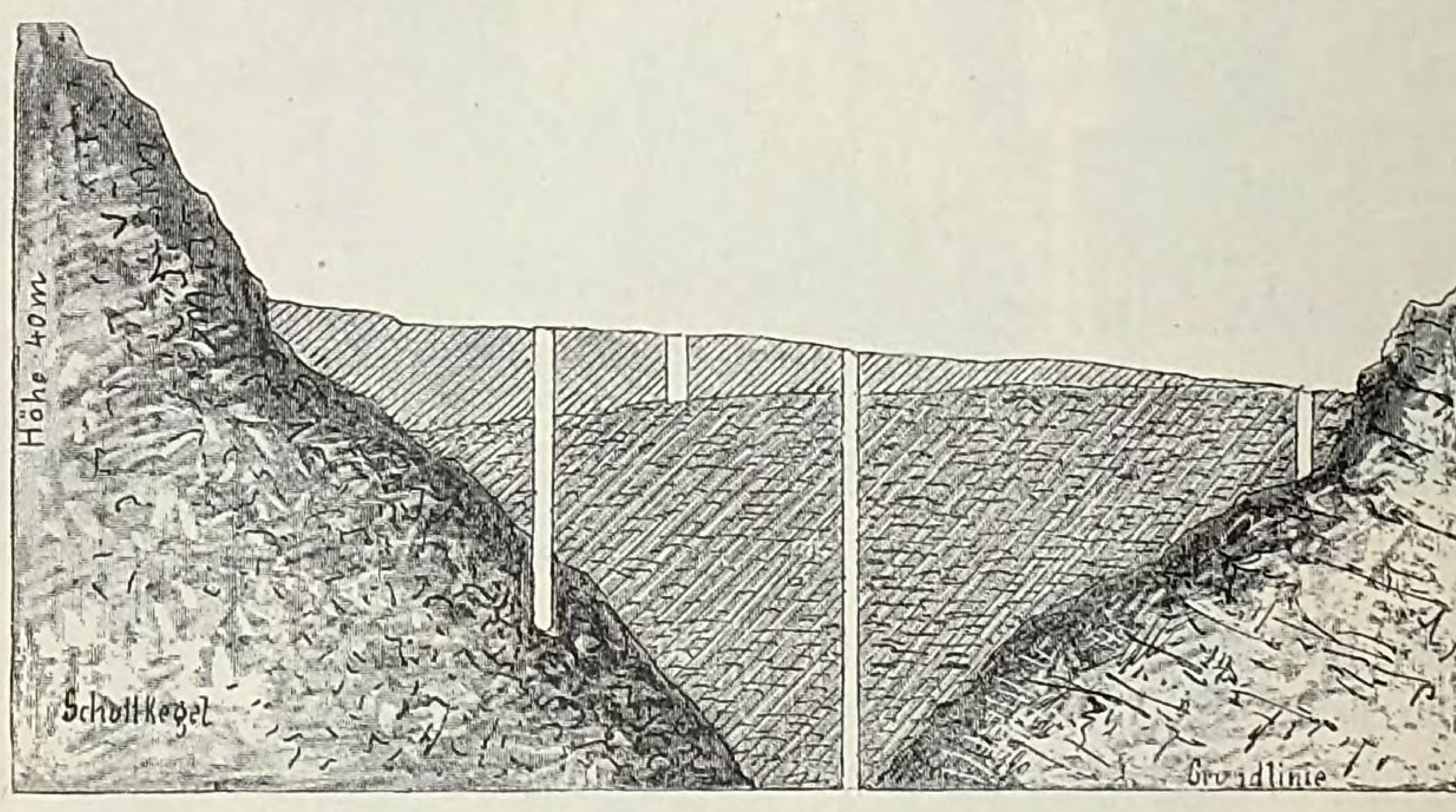
abteufen ließ, zeigten nun die Lagerungsverhältnisse, die im Verlaufe der untersuchten Strecken einem bedeutenden Wechsel unterlagen. Stellenweise keilten sich einzelne Schichten aus und andere schoben sich wieder ein; fast jeder Schacht ergab andere Ziffern für die Mächtigkeit der einzelnen Schichten. Die Schachte genügten zur Ermittlung der Vertheilung der Längenausdehnung der Höhle nach. Um auch die Vertheilung der Breite nach zu erfahren, wurden Gräben, die theilweise bis an die felsige Sohle reichten, ausgehoben. Auf diese Weise erhielt man ein Bild über die



Ablagerung in der Nichtsgrotte bei Sloup.

Vertheilung der Ablagerungen, die aus verschiedenen Materialien bestehend, sich schon durch ihre Farbe unterscheiden ließen.

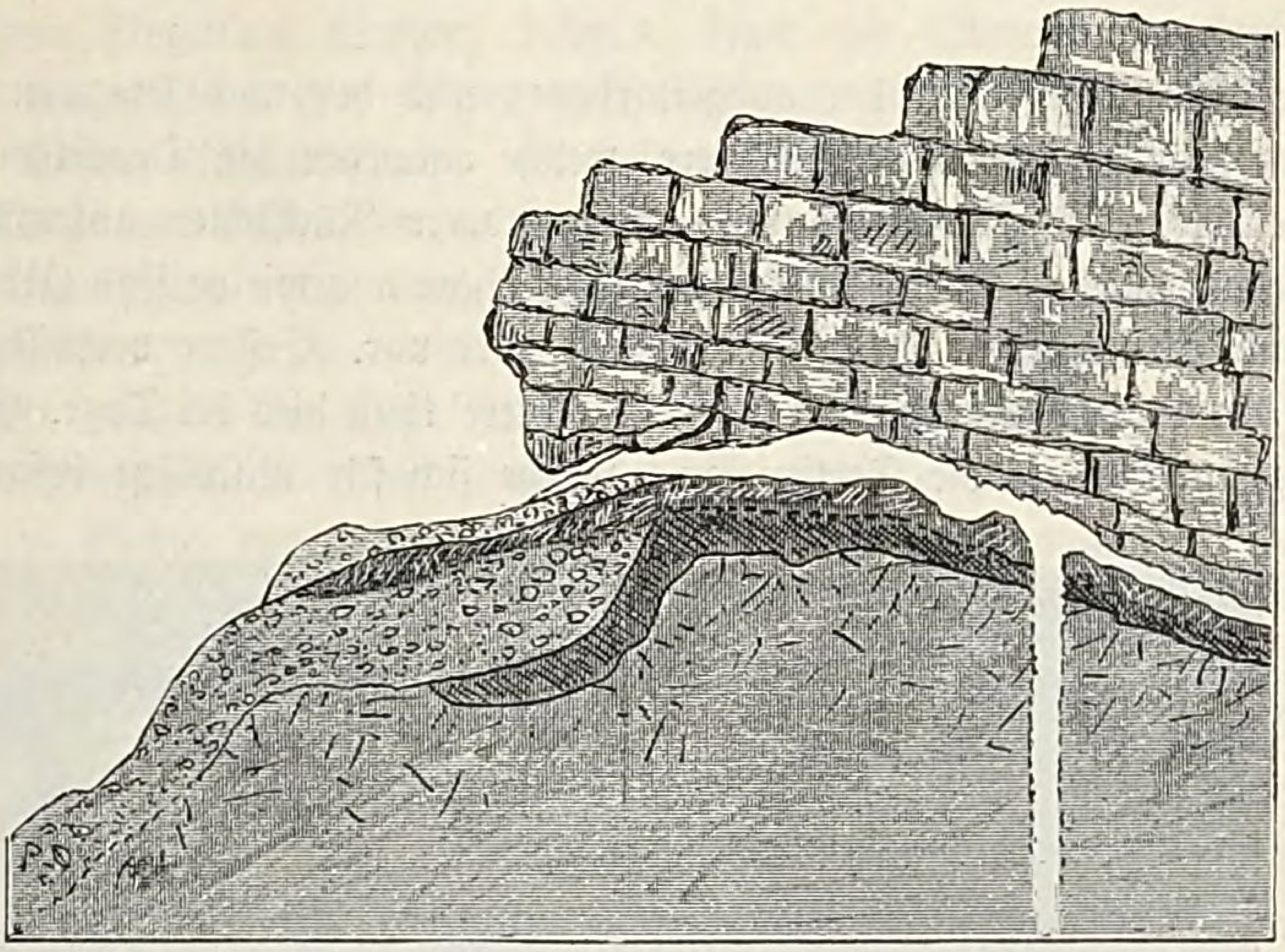
Nach derselben Methode untersuchte Dr. Kříž außer den Slouper-Höhlen auch die mächtige Bečy-skala-Höhle, die Kůlna (die eigentlich auch zu den Slouper-Höhlen



Ablagerungen am Ende der Nichtsgrotte bei Sloup.

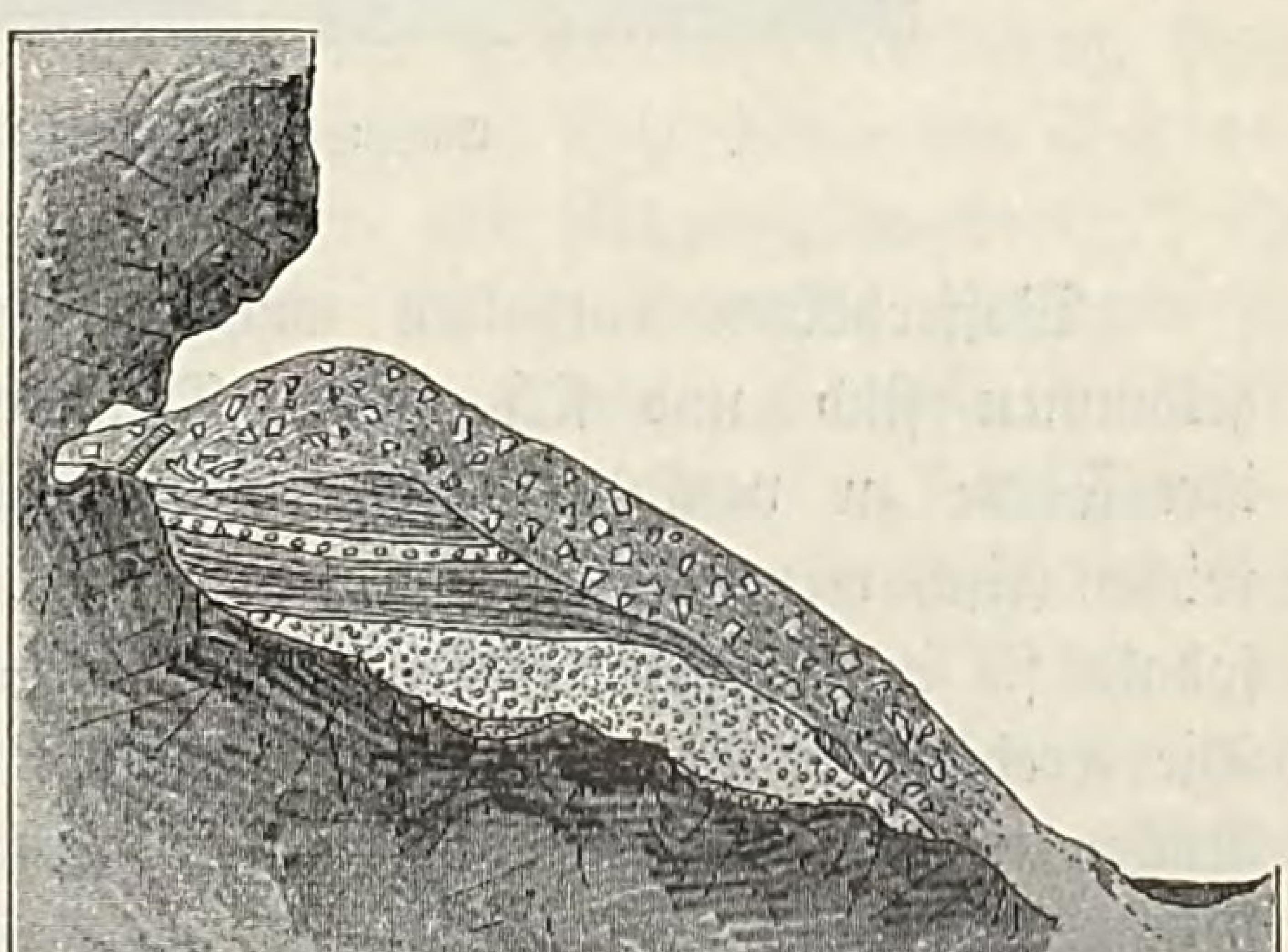
gehört), die reiche prähistorische Funde lieferte, und noch mehrere andere Höhlen. Fast die gleiche Methode befolgte Dawkins bei seinen Ausgrabungen in den englischen Höhlen; nur ging er etwas ökonomischer zu Werke. Allerdings genügten einige Versuchs-einschnitte bei den weit kleineren englischen Höhlen, in denen auch keine so mächtigen Ablagerungen vorkommen wie in den mährischen Höhlen der Devonformation. Dagegen wurde bei der Aufsammlung der Fundstücke mit minutiösester Genauigkeit vorgegangen. Die Methode, welche Dawkins im Anhange seines Buches (l. c., p. 345) ausführlich beschreibt, ist zwar verläßlich und erfolgversprechend, aber auch zeitraubend,

und erfordert entweder ein sehr gut geschultes Personal, oder eine ausreichende fachmännische Ueberwachung desselben. Dawkins ließ nämlich das ganze Material schichtenweise in Form von flachen, viereckigen Prismen ausstechen und außer der Höhle bei Tageslicht untersuchen. Bei größeren Höhlen ist diese Methode der Kosten wegen nicht zu empfehlen. In solchen Höhlen muß man zuerst sondiren, wo die Knochen oder



Versuchsschacht von 20 Meter
Ausfüllungsmassen in der Victoria-Höhle, nach Dawkins.

Artefacte führende Schichte liegt, und wie mächtig dieselbe ist; dann deckt man dieselbe ab und läßt das taube Material gegen die Mündung schaufeln oder wo dies angeht, aus derselben hinausschaffen. Ist genügender Platz vorhanden, dann wird die Schichte durchgegraben und durchsucht, und zwar in höchstens meterbreiten Streifen, und das taube Material dort abgelagert, wo früher schon Platz dafür geschaffen worden ist. Auf diese Weise schreitet man von der Mündung aus vorwärts, und hat das Material nicht weit wegzuschaffen. Wo mehrere verschiedenalterige Schichten übereinander liegen, ist jede Schichte separat abzugraben und die Fundstücke sind getrennt aufzubewahren. Bei Schachthöhlen ist dieses Verfahren nicht immer durchführbar. Wo es am Grunde an Raum mangelt, dort muß sich der Forscher zu behelfen trachten, so gut es eben geht. Je tiefer der Schacht ist, desto kostspieliger ist auch die Ausräumung desselben, wenn ein Hinausschaffen des Materiales nöthig werden sollte. Bei horizontalen Höhlen ist ein Hinauskarren des Materiales zu empfehlen, welches bei dieser Gelegenheit nochmals untersucht werden kann. Der Forscher hat daher häufig Gelegenheit, zu berechnen, ob die zu erwartenden Fund-

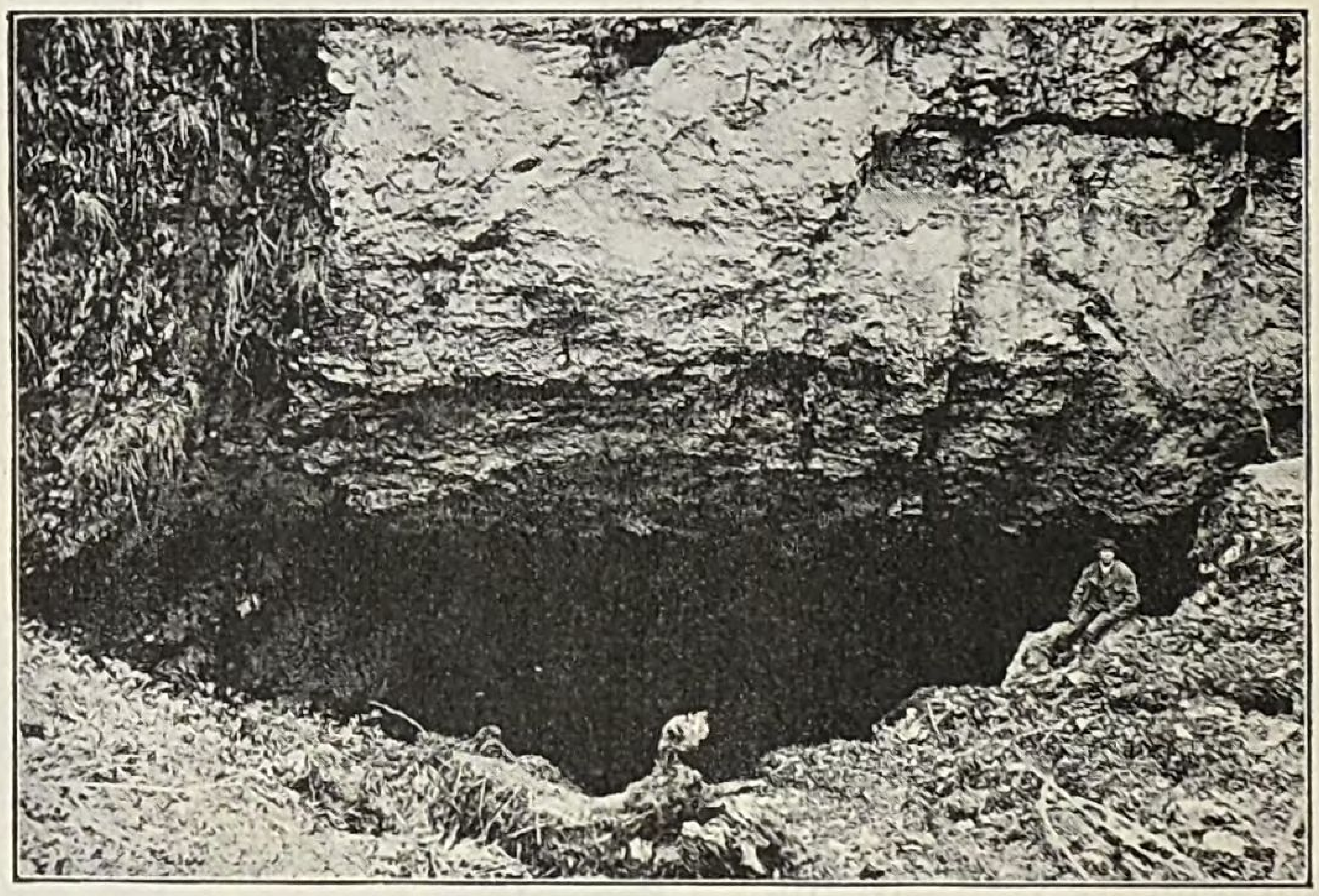


Trou de Froutal nach Dawkins.

stücke die Kosten der Ausgrabung verlohnen, die (wie bei der Vipoustek-Höhle) einen bedeutenden Betrag erreichen können.

Dawkins empfiehlt auch, bei kleineren Höhlen das Material schichtenweise aus der Höhle zu schaffen, was besonders bei stark ausgefüllten Höhlen sehr praktisch ist, weil man sich die Aushebung der tieferen Schichten erspart, wenn sie sich als taub erweisen, was aber vorher durch Aushebung eines Schachtes oder Grabens genau constatirt werden muß.

Außer den Ueberresten der ausgestorbenen und der noch lebenden Fauna findet man in den Höhlen auch lebende Thiere, welche entweder die Dunkelheit lieben oder dieselben zeitweise aus Fortpflanzungs- oder anderen Rücksichten aufzusuchen pflegen. Neben Thieren, welche als Nachtraubvögel auf Höhlen angewiesen sind (Uhu, Eulen ꝛc.), kommen auch Steindohlen und Höhlentauben dort vor. Erstere verlassen die Höhlen bei Nacht, um ihrer Nahrung nachzugehen, letztere thun dies bei Tage. Große Haufen von Vogelguano zeigen die Stellen an, welche sich für Nistplätze besonders eignen.



Eingang in die schwarze Grotte (Černa jama).

Wasserhöhlen enthalten auch häufig Wasserthiere, welche von Außen hereingekommen sind und sich an die Dunkelheit gewöhnt haben. Derlei Thiere pflegen ihre Farbe zu verändern, wie dies bei den Krebsen der Poik-Höhle und bei zahlreichen Fischarten constatirt werden konnte, die jedoch diese Färbung wieder verlieren, sobald sie in lebendem Zustande der Einwirkung des Tageslichtes ausgesetzt werden. Die Krebse der Poik-Höhle sind von hellbrauner Farbe mit dunkleren Flecken am Rücken und mit auffallenden rothen Partien an den Füßen und an den Scheeren, was beinahe den Eindruck macht, als ob sie halb gar gekocht wären. Forellen, Frillen und dergleichen Fische nehmen dagegen eine weit dunklere Färbung an, woher wohl die vielfachen Sagen von schwarzen Forellen herstammen. Ueber den blinden Fisch, der in der Mammuth-Grotte vorkommt, existiren zahlreiche Abhandlungen. Eine blinde Fischart ist aus Europa nicht bekannt. Jene Exemplare, die man als solche ausgeben wollte, stellten sich bei näherer Untersuchung als durch Verletzungen erblindet heraus.

Ein wirklicher Höhlenbewohner ist der merkwürdige Proteus anguineus (ein Kiemenmolch), der einer Version nach zuerst in der Schwarzen Grotte (černa jama, auch Magdalena-Grotte genannt) gefunden worden ist und dieser zu einem unverdienten

Rufe verholfen hat. Unverdient aus dem Grunde, weil der Grottenolm seinen gewöhnlichen Standort nur in Höhlen mit fließendem Wasser hat, während die Schwarze oder Magdalenen-Grotte nur Ueberfallwässer aus der Poik zeitweise erhält. Mit dem Hochwasser eingeschwemmte Proteen bleiben beim Sinken des Wassers in Tümpeln zurück und sind dann leicht mit Handnetzen aus feinem Stoffe zu fangen, umsomehr, als sie jene Lebendigkeit bald verlieren, welche sie in ihrem eigentlichen Elemente (dem fließenden Wasser) besitzen. Auch die Olme verlieren bei der Einwirkung des Tageslichtes ihre fleischrothe Farbe, und werden zuerst fleckig und später am ganzen Körper schmutziggrau. Der Olm gehört nach den Untersuchungen von Fräulein Marie von Chauvin in Freiburg zu den eierlegenden Thieren, ist aber in der Gefangenschaft nur durch äußerst aufmerksame Wartung zur Paarung zu bringen. Lebende Junge sind in Aquarien noch nicht erzielt worden.[1]) In der Gefangenschaft nimmt der Olm durch lange Zeit keine Nahrung an. Zwei Olme, welche der wissenschaftliche Club in Wien durch mehrere Jahre besaß, und die schon früher sich im Besitze von Clubmitgliedern befunden hatten, nahmen durch ein Jahr lang keine Nahrung zu sich, fraßen aber später Ameiseneier mit großer Vorliebe. Das kleinere Exemplar stammte aus Adelsberg, das größere aus Gottschee, in dessen Umgebung es mehrere Standorte des Olmes gibt. Er ist also nicht auf die mit dem Poikflusse zusammenhängenden Höhlen allein beschränkt, und wurde auch schon in Dalmatien gefangen.

Ueber die niedere Thierwelt, welche in Höhlen lebt, enthalten die Fachzeitschriften viele werthvolle Nachrichten, wobei nur der Umstand bedauerlich ist, daß in vielen Fällen die Localitäten nicht mit der wünschenswerthen Präcision angegeben sind. Insbesondere sind die „Verhandlungen des zoologisch-botanischen Vereins in Wien" reich an Berichten über Fundstellen von derlei Höhlenthieren. Als Autorität in diesem Fache gilt Dr. Gustav Joseph (Breslau), der die Resultate seiner Forschungen in den „Jahresberichten der schlesischen Gesellschaft für vaterländische Cultur (47. Bd., Breslau 1847, S. 173) in der „Berliner Entomologischen Zeitschrift" (25. und 26. Bd., 1882 und 1883) und auch in anderen Fachzeitschriften veröffentlicht hat. Schmidl's Werk: „Die Grotten und Höhlen von Adelsberg, Lueg, Planina und Laas" (Wien 1854) enthält (S. 231 ff.) eine Abhandlung von Schiner unter dem Titel: „Fauna der Adelsberger-, Lueger- und Magdalenen-Grotte," mit einer Tafel im Atlas, der dem Werke beigegeben ist. — Lespés publicirte im Jahre 1857 in den „Annales des sciences naturelles" (4. série, Zoologie, vol VIII) eine Arbeit unter dem Titel: „Note sur quelques insectes des grottes de l'Arriège."— L. Bedel und E. Simon veröffentlichten ihre: „Liste générale des Articulés carvernicoles de l'Europe" im „Journal de Zoologie", Paris 1875 (IV. Bd.). — Custos L. Ganglbauer am k. k. naturhistorischen Hofmuseum in Wien hat diese Liste mit den neuesten Entdeckungen ergänzt und in den „Mittheilungen der Section für Naturkunde des Oesterreichischen Touristenclub" (II. Jahrg., Wien 1890, Nr. 7 und Nr. 8) veröffentlicht.[2]) Wer sich für die Höhlenfauna interessirt, findet in den

---

[1]) „Ueber das Wesen des Proteus anguineus und seine Fortpflanzungsweise", von Marie von Chauvin, in den „Mittheilungen der Section für Höhlenkunde des Oesterreichischen Touristenclub" Wien 1883, Nr. 3, S. 1 ff. — und: „Die Art der Fortpflanzung des Proteus angineus" von derselben Verfasserin in der „Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie" v. J. 1883.

[2]) Siehe auch: „Die Tropfstein-Grotten in Krain und die denselben eigenthümliche Thierwelt", von Dr. Gustav Joseph, Berlin 1875. — Schiödte: „Specimen faunae subterraneae" in den dänischen Akademieschriften v. J. 1851.

vorgenannten Quellen nicht nur ausreichende Belehrung, sondern auch genügende Hinweise zu weiterem Studium.

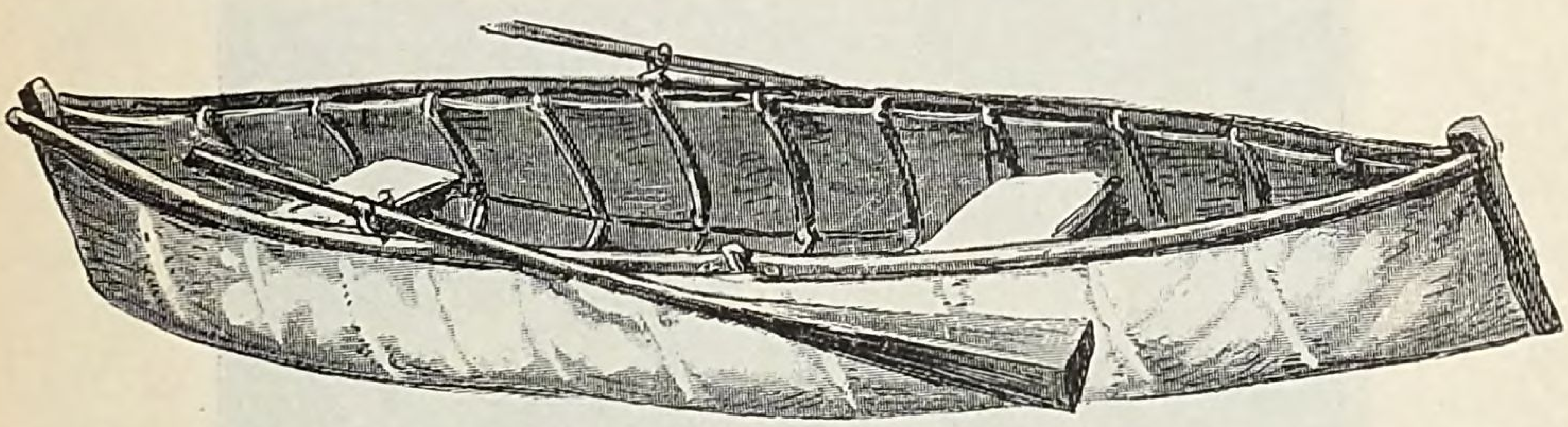
Es wird manchen Leser vielleicht befremden, daß keine Abbildungen von prähistorischen Gegenständen, von Knochen diluvialer Thiere u. dgl. diesem Capitel beigegeben sind. Der Grund liegt einfach darin, daß derlei Abbildungen in den angegebenen Werken in weit größerer Anzahl vorhanden sind, als sie hier hätten untergebracht werden können. Eine illustrirte Uebersicht über die Höhlenfunde würde allein einige Bände füllen. Es wäre übrigens wünschenswerth, daß eine solche Arbeit erscheinen würde, die entweder das Zusammenwirken mehrerer Specialisten erfordern würde, oder vielleicht besser in nach Fächern getrennten Abhandlungen geschrieben werden könnte. Bei solchen Monographien ist eine reiche Ausstattung mit Illustrationen am Platze, ja sogar unbedingt erforderlich.

Die vorstehenden Anweisungen erschöpfen, selbst im Zusammenhange mit jenen im nächsten Capitel, welches der Anleitung zur praktischen Erforschung von Höhlen gewidmet ist, noch lange nicht alle möglichen Situationen, in welche der Höhlenforscher gelangen kann. Es bleibt seinem Scharfsinne und seiner Beobachtungsgabe noch stets ein weiter Spielraum.

XIII. Capitel.

Praktische Winke und Beispiele.

Nichts gibt einen besseren Begriff von der Methode, nach welcher man bei der Erforschung von Höhlen vorzugehen hat, als das Beispiel. Darum möge vor Allem die Erforschungsgeschichte einiger Höhlen vorangeschickt werden, die auch an und für sich schon von Interesse ist. Aus dieser kann man zwar viel lernen, es ist aber trotzdem erforderlich, daß selbständigen Forschungen eine gewisse praktische Schulung vorangehe, wozu sich überall Gelegenheit findet, denn wo es Höhlen gibt, fehlen auch die Forscher nicht. Zur Zeit, als Verfasser seine Forschungen begann, war es damit freilich noch nicht so gut bestellt wie heute; im Verlaufe der Jahre konnte derselbe



Martel's Osgoodboot, montirt.

aber mit einer Reihe von erprobten Forschern in Verbindung treten, aus deren Publicationen oder brieflichen Mittheilungen ihm viele werthvolle Aufschlüsse zu Theil geworden sind. Viele unter Jenen, deren persönliche Bekanntschaft er machen konnte, sind ihm zu werthen Freunden geworden, und der persönliche Gedankenaustausch trug wesentlich dazu bei, die Ansichten über Höhlenbildung zu klären und das Urtheil zu schärfen. Manche von den eigenen Untersuchungen waren durch derlei wissenschaftliche Controversen hervorgerufen worden, um Gewißheit über zweifelhafte Fragen zu erlangen; denn nichts ist schädlicher, als eigensinnig auf einer Meinung zu beharren, für deren Richtigkeit keine genügenden Beweise vorliegen. Man trennt sich allerdings schwer von altgewohnten Ansichten, selbst wenn sie unhaltbar geworden sind, allein man darf sie darum doch nicht festhalten oder gar mit Sophismen vertheidigen.

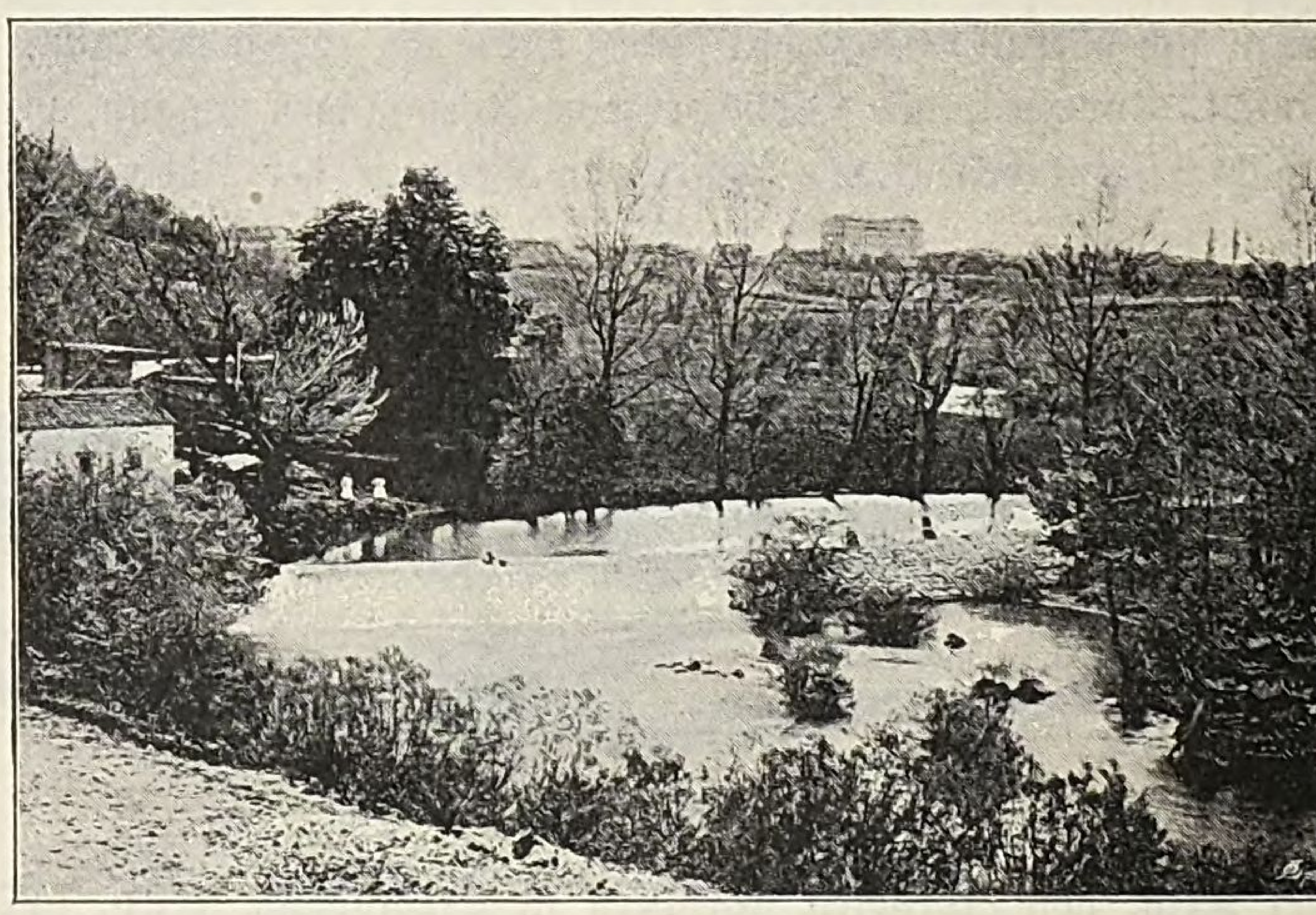
Geradeso wie bei den Theorien, geht es auch bei der Praxis. Auch da kommen neue Erscheinungen vor, mit denen man sich befreunden muß. Die von Martel eingeführten Osgoodboote sind ein entschiedener Fortschritt wegen ihrer Leichtigkeit und Stabilität. Nachdem der imprägnirte Leinwandüberzug nicht straff gespannt ist, so ist auch die Gefahr des Leckwerdens bei nur einiger Vorsicht nicht sehr groß. Auch das von Martel ebenfalls zuerst bei der Höhlenforschung verwendete Telephon dürfte sich in vielen Fällen als sehr nützlich erweisen, und zwar besonders bei tiefen

Schachthöhlen, von deren Grund aus man sich auf andere Weise nicht zu verständigen vermöchte. Bei Wasserhöhlen, in denen das Gebrause so arg ist, daß man seinen Nachbar auf fünf Schritte Distanz nicht mehr hört, dürfte auch das Telephon seine Wirksamkeit versagen.

Das Ideal des Erreichbaren sind aber selbst diese neuen Einrichtungen noch lange nicht. Es fehlt vor Allem ein Seil, welches sich beim Abseilen nicht dreht, und eine Vorrichtung, welche es gestattet, unabhängig von allen Fahrzeugen Wasserhöhlen durchforschen zu können.

Seile, die sich nicht drehen, wurden vor etwa 20 Jahren von einer Fabrik im Badischen erzeugt, kommen aber derzeit nicht mehr im Handel vor. Man nannte sie rechts- und linksgedrehte Seile. Sie waren aus Manilahanf angefertigt und hatten den Vortheil großer Leichtigkeit bei bedeutender Tragfähigkeit. Noch besser fiel ein Versuch aus, sehr weiche Seile zu erzeugen, die nach Art der Anstoßschnüre an

Hôtel



Mühle — Der Poikfluß vor der Verschwindungsstelle.

Damenkleidern geflochten waren. Innen mit einer Seele aus losen Schnüren, die von einem Geflechte aus starken Rebschnüren zusammengehalten waren. Auch diese Art von Seilen kommt nicht mehr vor, und wäre die Anfertigung solcher für die Höhlenforscher sehr von Vortheil. Eine andere Art, die nach der Art, wie man Feuerwehrleinen verflicht, angefertigt war, drehte sich ebenfalls nicht, ist aber wegen des leichten Abschneidens sehr gefährlich, und konnte sich gewiß aus diesem Grunde nicht einbürgern. Das Höhlenseil der Zukunft muß also erst wieder erfunden werden.

Drahtseile wären wohl sehr gut, sind aber wegen ihres bedeutenden Gewichtes nur dort anwendbar, wo es rentirt, solide Winden aufzustellen. Sie erfordern eine größere Bedienungsmannschaft und sind daher nur bei tiefen Schachthöhlen, in welche wiederholte Expeditionen beabsichtigt werden, zu empfehlen.

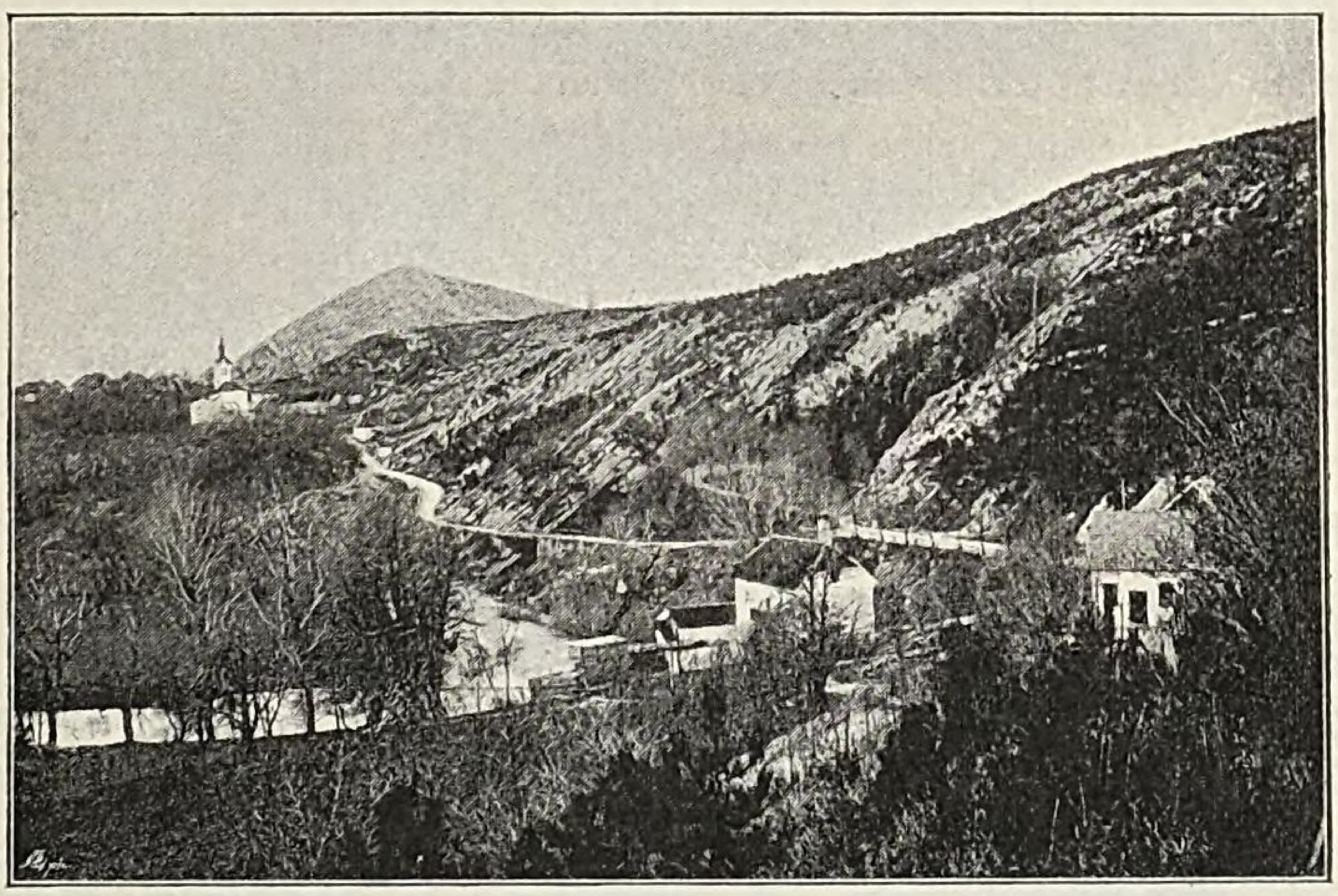
Der geeignetste Apparat für die Erforschung von Wasserhöhlen wäre der Capitän Boyton-Apparat, verbunden mit einem leichten, wasserdichten Kästchen, in dem die nöthigen Utensilien mitgetragen werden können. Dieses Kästchen müßte so eingerichtet sein, daß es am Wasser schwimmt und am Lande an einem breiten

Riemen getragen werden kann. Ueber die sonst erforderliche Ausrüstung soll nach der Anführung einiger Erforschungsgeschichten berichtet werden.

1. Erforschung des Adelsberger Grottenrevieres.

Bis zum Jahre 1818 war nur der vordere Theil zugänglich, welcher aus dem alten Eingange (links vom jetzigen), dem Verbindungsgange mit dem „großen Dom" und der sogenannten alten Grotte bestand. Der große Dom selbst war nur bis zum Belvedere zugänglich. Trotzdem besaß die Adelsberger Grotte einen Weltruf, der noch stieg, als die Kaiser Ferdinand-Grotte am Pfingstmontage 1818 entdeckt und bald darauf auch gangbar gemacht worden war. Der Entdecker hieß Lucas Čeč (spr. Tschetsch) und befand sich in Gesellschaft zweier Genossen (deren Namen Vižic (spr. Wischitsch) und Šibenig (spr. Schibenig) lauteten.[1]) Um die Erforschung, Gangbarmachung und besonders um die Bekanntmachung der neu entdeckten

Groß-Otaok Kozulj Bg. Grotten-Eingang



Poikfluß Mühle Electr. Station

Südlicher Abfall des Adelsberger-Karstplateau.

Theile hat sich der Kreiscassier Ritter v. Löwengreif so sehr verdient gemacht, daß man ihm alle Verdienste, darunter auch jenes der Entdeckung der neuen Grotte, zuschrieb. Das genaue Datum der Entdeckung fand sich in der handschriftlichen Chronik von Planina, der auch die Daten über die dortigen Hochwässer entnommen sind. Selbst Schmidl, der genaue Kenner der Adelsberger Grotte, konnte das genaue Datum nicht angeben.

Stück um Stück wurde das Grottensystem erforscht. Schmidl und Rudolf befuhren zuerst die Wasserhöhle vom großen Dome im Jahre 1850 ungefähr bis in die Nähe des Seitenarmes, welcher den Tartarus mit der Wasserhöhle verbindet. Lange Jahre hindurch glaubte man nach den Berichten der Genannten, daß ein

[1]) Čeč war über die Felswand emporgeklettert, während seine Genossen unten warteten. Das Verdienst der Entdeckung gebührt daher dem Čeč allein. Die Nachkommen der beiden Genossen sind bis heute noch mit der Grotte in Verbindung geblieben. Vižic's Sohn ist Mitglied der Grottenverwaltung, der Sohn und der Enkel des Šibenig sind die besten Grottenführer geworden. Šibenig jun. war auch bei den Martel'schen Fahrten 1893 betheiligt.

weiteres Vordringen unmöglich sei, und suchte eventuelle Fortsetzungen in anderer Richtung. Im Jahre 1885 begann der Verfasser einige Versuchsarbeiten in der Piuka jama, deren Resultate aber sehr unbedeutend waren, immerhin aber die Lust an Höhlenfahrten bei den Einheimischen weckten. Von den bei den betreffenden Arbeiten verwendeten Arbeitern engagirte auch der mit der Fortsetzung der Arbeiten betraute Staatstechniker Herr Wilh. Putick die bewährtesten, von denen Einer der Entdecker der Ottoker Grotte geworden ist. Ein ganzer Rattenkönig von sich widersprechenden Nachrichten wurde über diese Entdeckung verbreitet, die im Jahre 1889 erfolgt war. Gelegentlich des Besuches des französischen Höhlenforschers Martel im Herbste 1893 wurden jedoch genügende Beweise gefunden, daß die Entdeckung nur durch den sogenannten Magdalena-Schacht erfolgt sein könne. Der Zusammenhang der Ottoker mit der Adelsberger Grotte war im Jahre 1889 noch nicht bekannt, wurde aber 1891 durch eine Gesellschaft von Adelsberger Bürgern aufgefunden. Diese Nachricht erklärte man anfänglich ganz unverhohlen als eine Mystification des Publicums und erst die behördlich angeordnete zweite Fahrt konnte nicht mehr angezweifelt werden. Bald darauf wurde auch der Zusammenhang des Tartarus mit der Wasserhöhle entdeckt, ferner die große Halle am Ende der Mariannengrotte und die „Neue Grotte", welche von der Mariannengrotte abzweigt und derzeit noch namenlos ist. Auch nahe der Poikschwinde wurde eine Abzweigung der Wasserhöhle gefunden, die ziemlich parallel mit der alten Grotte verläuft.

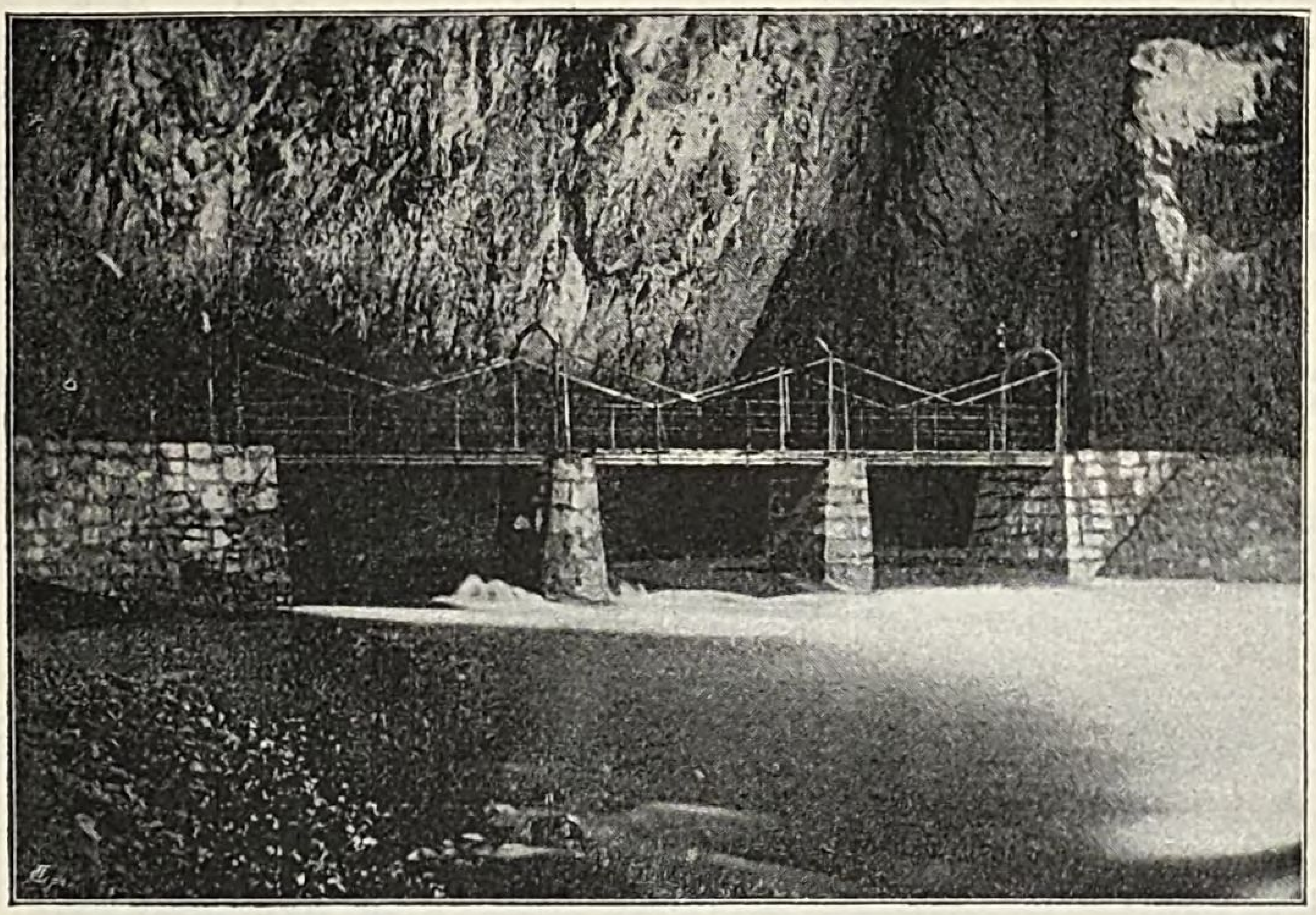
Die großartigste Entdeckung erfolgte jedoch gelegentlich des Martel'schen Besuches, dem zu Ehren die Erforschung des bisher noch nicht besuchten Theiles der Wasserhöhle von der Ottoker Grotte aus stromabwärts vorbereitet worden war, wobei sowohl die Behörden als auch Private mitgewirkt hatten, um dem hervorragenden Gaste etwas Exquisites zu bieten. Zum Gelingen der Unternehmung hatte die von Herrn Martel mitgebrachte vortreffliche Ausrüstung (Osgoodboot und tragbares Telephon) viel beigetragen. Es wurde nicht nur der Zusammenhang mit dem Magdalena-Schachte constatirt, sondern auch der längst vermuthete Verbindungsgang zur Magdalena-Grotte (richtig: Schwarze Grotte oder Černa jama) aufgefunden, der sich aber der momentanen Wasserverhältnisse halber als unpassirbar erwies. Kurz vorher hatte Herr Kraigher auch die Schwarzbachschwinde mit einigen Genossen vom Vereine „Anthron" auf etwa zwei Drittheile ihrer Gesammtlänge erforscht. Die Mündung dieser Höhle fand Herr Martel in der Poikhöhle nahe an der Ottoker Grotte.

Derzeit sind gegen 10 Kilometer zusammenhängender Höhlengänge bekannt, und es sind Anhaltspunkte dafür gewonnen worden, um neue Verbindungen zu erschließen, welche die Gesammtlänge noch um ein Bedeutendes vermehren werden. Von 1818 bis heute wurde geforscht, das Werk ist aber noch lange nicht abgeschlossen.

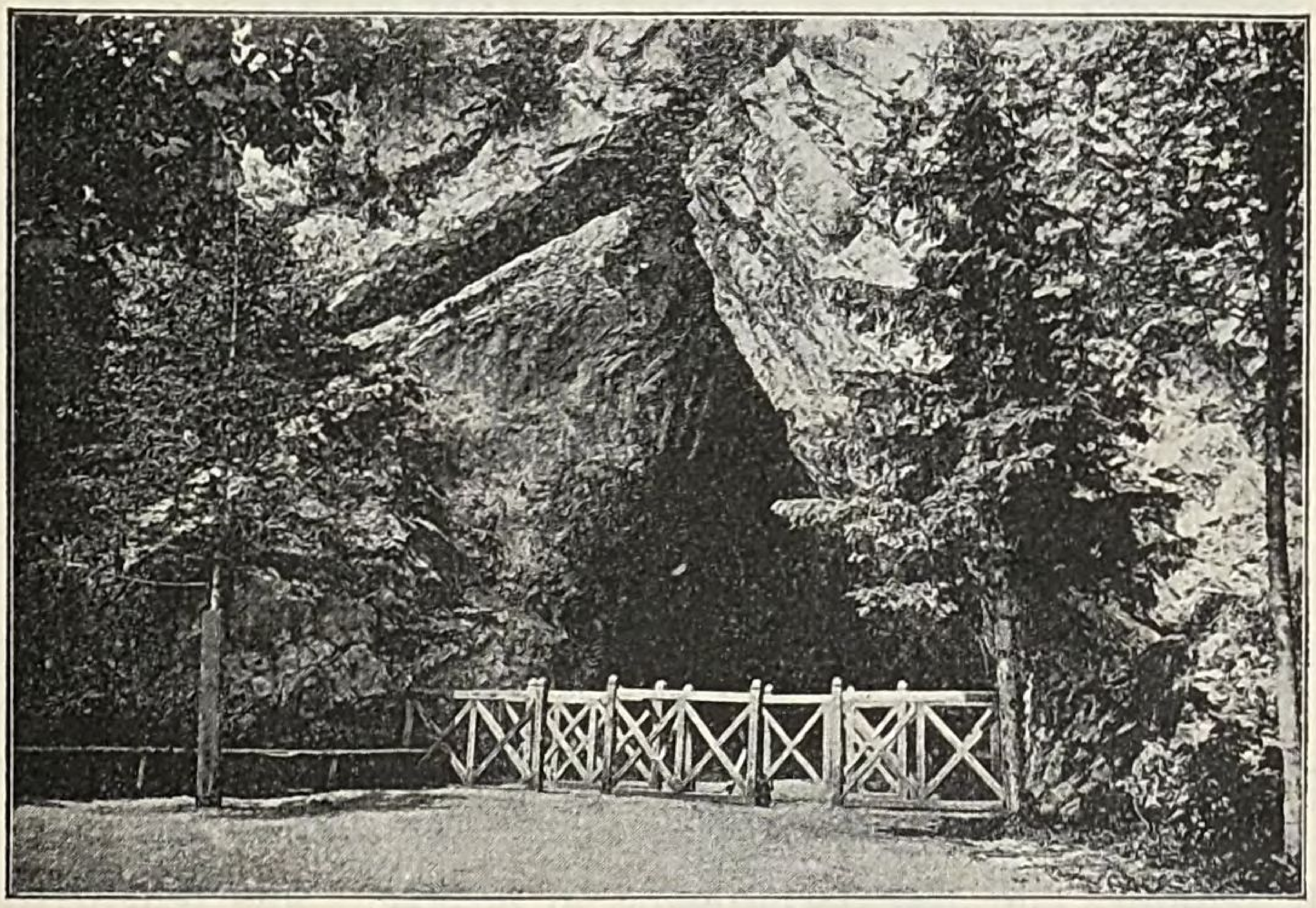
Schmidl bediente sich eines leichten Kahnes von Trogform, dessen Reste noch in der Tartarus-Grotte liegen. Er fuhr damit mit seinem Sohne. Das Uebertragen des Kahnes war aber eine schwierige Aufgabe. Der Ingenieur Rudolf soll sich noch desselben Kahnes bedient haben. Die Mitglieder des Vereines „Anthron" benützten einen größeren Kahn, der vier Personen tragen konnte, und unternahmen ihre Recognoscirungen stets in größerer Gesellschaft, was zur Folge hatte, daß über Wasserbecken mehrmalige Hin- und Rückfahrten nöthig waren, um die ganze Mannschaft hinüber zu befördern. Dagegen war für das Uebertragen des Kahnes stets

genügende Mannschaft vorhanden und dies war besonders bei jenem Gange nöthig, welcher ziemlich steil aufsteigt, aber den Syphon zwischen der Adelsberger und der Ottoker Grotte zu umgehen gestattet.

Der Kahn, dessen sich der Entdecker der Ottoker Grotte bediente, ist einfach aus Brettern zusammengenagelt und liegt unweit des Magdalena-Schachtes am Ufer des unterirdischen Poiklaufes versenkt. Auch Schilf- oder Binsenflösse hat man angewendet,



Großer Dom in der Adelsberger Grotte.



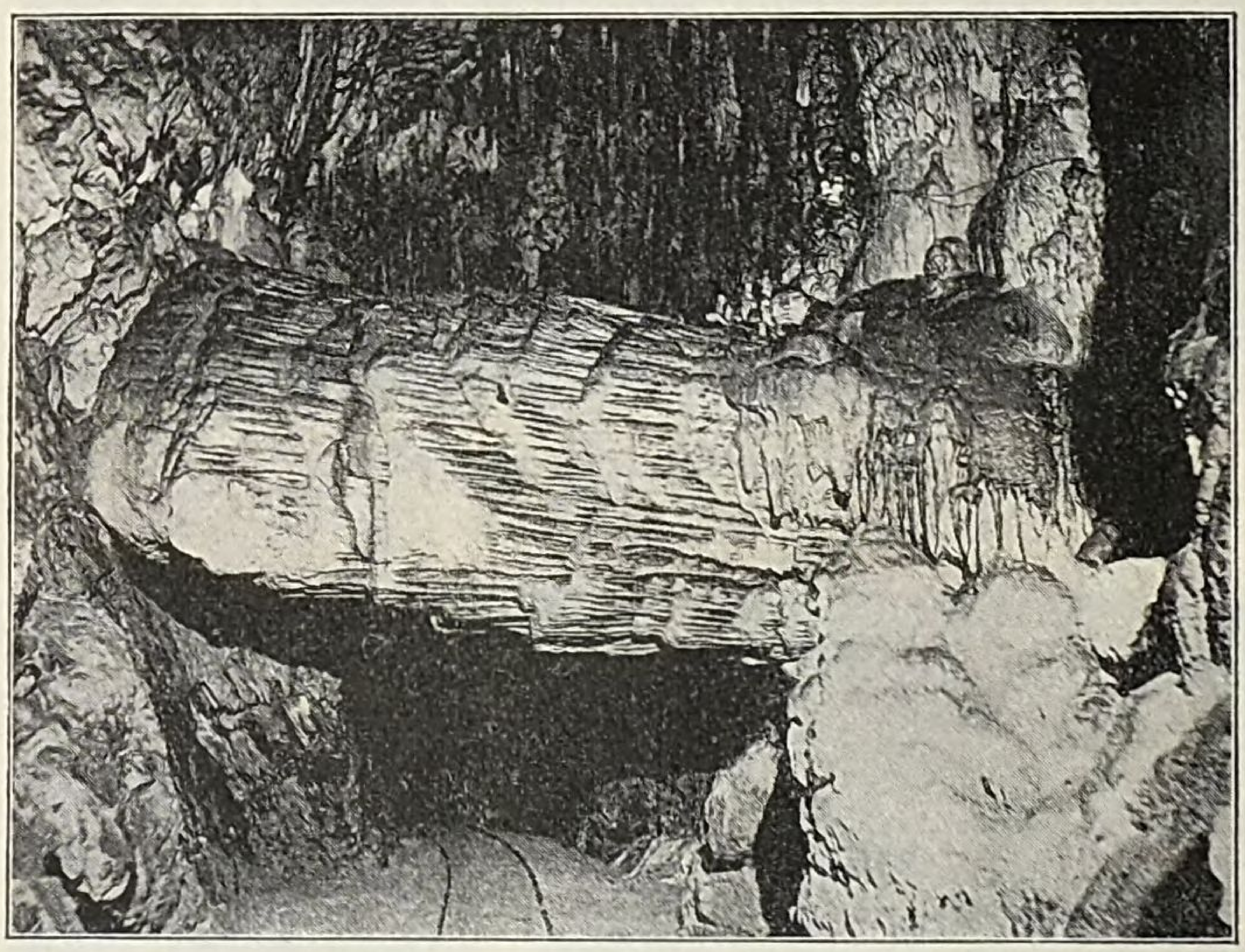
Neuer Eingang der Adelsberger Grotte.

welche mit Latten und Brettern versteift wurden und die sich als praktisch erwiesen haben. Gegenwärtig besitzt die Adelsberger Grottenverwaltung jedoch bereits die von Martel eingeführten Osgoodboote, welche an Leichtigkeit, Stabilität und Tragfähigkeit bisher noch durch kein anderes Fahrzeug übertroffen worden sind.

Der neue Plan, welcher vom Obermarkscheider Schmid aus Przibram angefertigt worden ist, enthält sowohl das oberirdische als unterirdische Terrain. Der

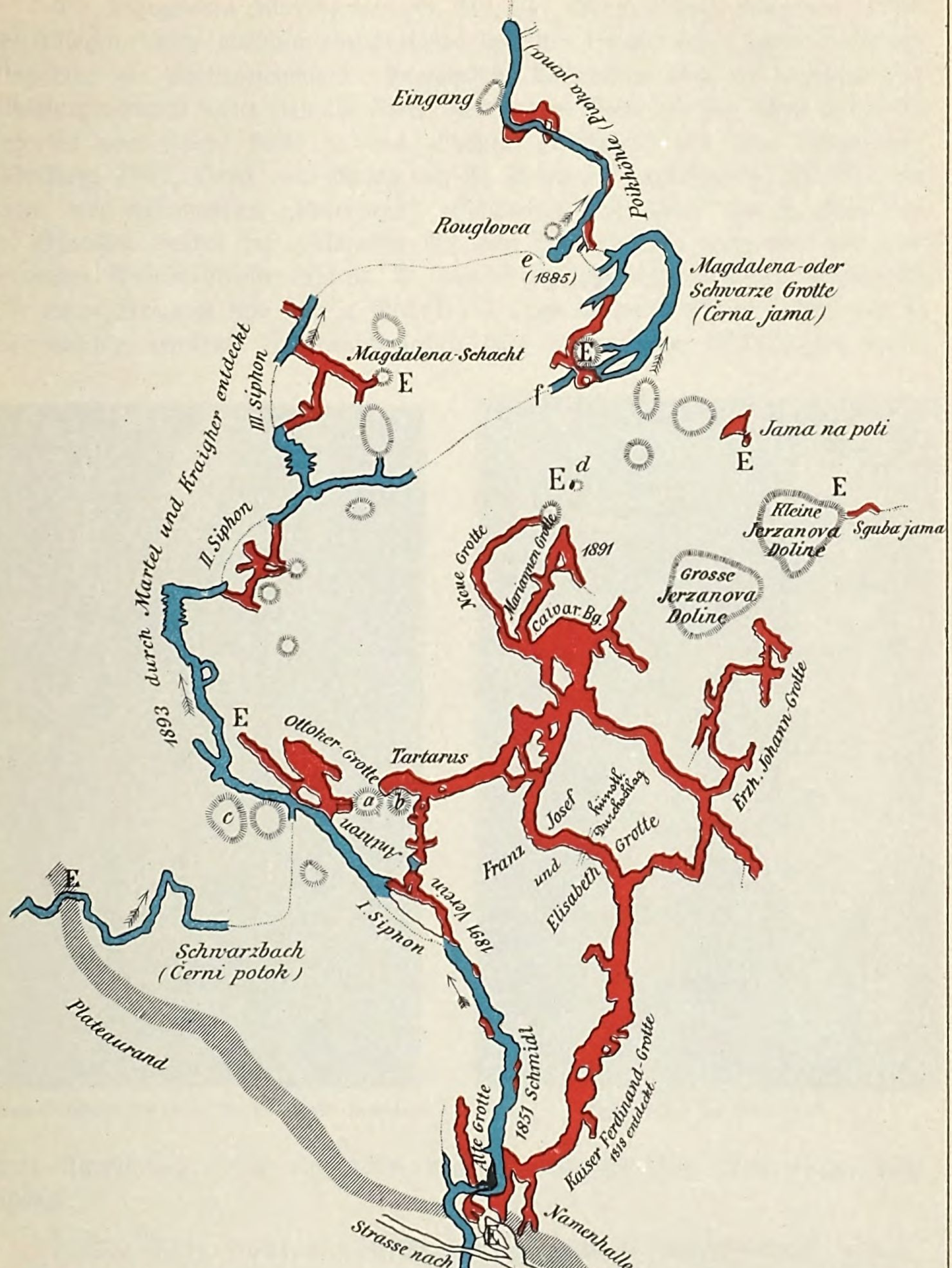
1891 entdeckte bedeutende Raum am Ende der Mariannen-Grotte konnte wegen der schwierigen Zugänglichkeit nicht in die Vermessung einbezogen werden. Desgleichen fehlt der 1893 (also nachträglich) entdeckte Theil der Wasserhöhle zwischen der Ottoker Grotte und dem Magdalena-Schachte. In dem beiliegenden Plane sind die sämmtlichen bekannten Theile eingezeichnet, und zwar die neue große Halle nach den Angaben des k. k. Bezirksgeometers Ruzicka und die Wasserhöhle nach Martel's Aufnahmen, die bis auf wenige Meter mit den oberirdischen Aufnahmen stimmte, die Ingenieur Putick im Spätherbste 1885 gemacht hatte, um die genaue Lage der Höhlenmündungen des Adelsberger Revieres festzustellen. Die Fixpunkte der Schmid'schen Aufnahme sind so gut versichert, daß man an dieselben alle weiteren Anknüpfungen durchführen kann, was wohl bald nöthig werden dürfte.

Noch mag erwähnt werden, daß die Adelsberger Grottenverwaltung die ihr zu Gebote stehenden reichen Mittel ausschließlich im Interesse der Grotte verwendet, und



Die „umgestürzte Säule“ in der Adelsberger-Grotte.

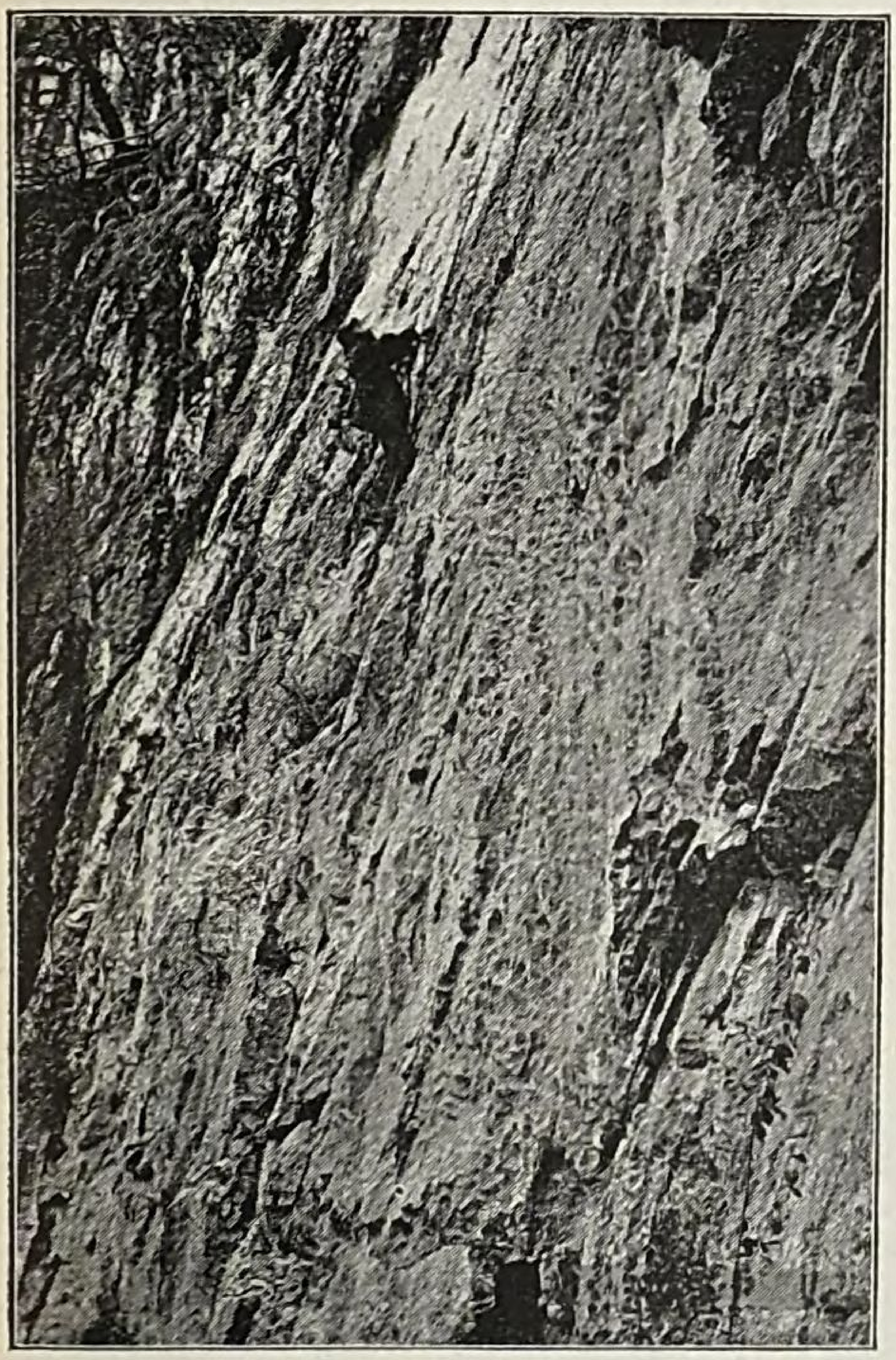
daß die ihr zur Seite stehenden Mitglieder des Vereines „Anthron“ in Adelsberg ebenfalls nur solche Forschungen betreiben, die mit der Grotte in Zusammenhang stehen. Zu den erzielten Erfolgen trägt auch der Umstand bei, daß in Adelsberg ein Hilfspersonal existirt, wie ein ähnliches nur noch in St. Canzian aufzutreiben ist. Durch diese Mittel war es möglich, die Grotte in jenen Zustand zu bringen, in dem sie sich heute befindet, und ihre Erforschung zu fördern. Aus dem Erträgnisse der Grotte sind auch die schöne Zufahrtsstraße, die elektrische Beleuchtungsanlage und die Anlagen in der nächsten Umgebung des Grotteneinganges geschaffen worden. Außerdem beziehen die betheiligten Gemeinden eine jährliche Rente, welche für Adelsberg $43^{1}/_{2}$ und für Groß-Ottok $6^{1}/_{2}$ Procent des Nettoerträgnisses beträgt. Der auf die Staatsherrschaft entfallende Antheil wird capitalisirt und bildet den Grottenfonds, dessen Höhe gegenwärtig an 40.000 Gulden betragen dürfte. Die Adelsberger Grotte ist ein Segen für die Bevölkerung, welche direct und indirect an dem Nutzen participirt, den die Grotte abwirft.



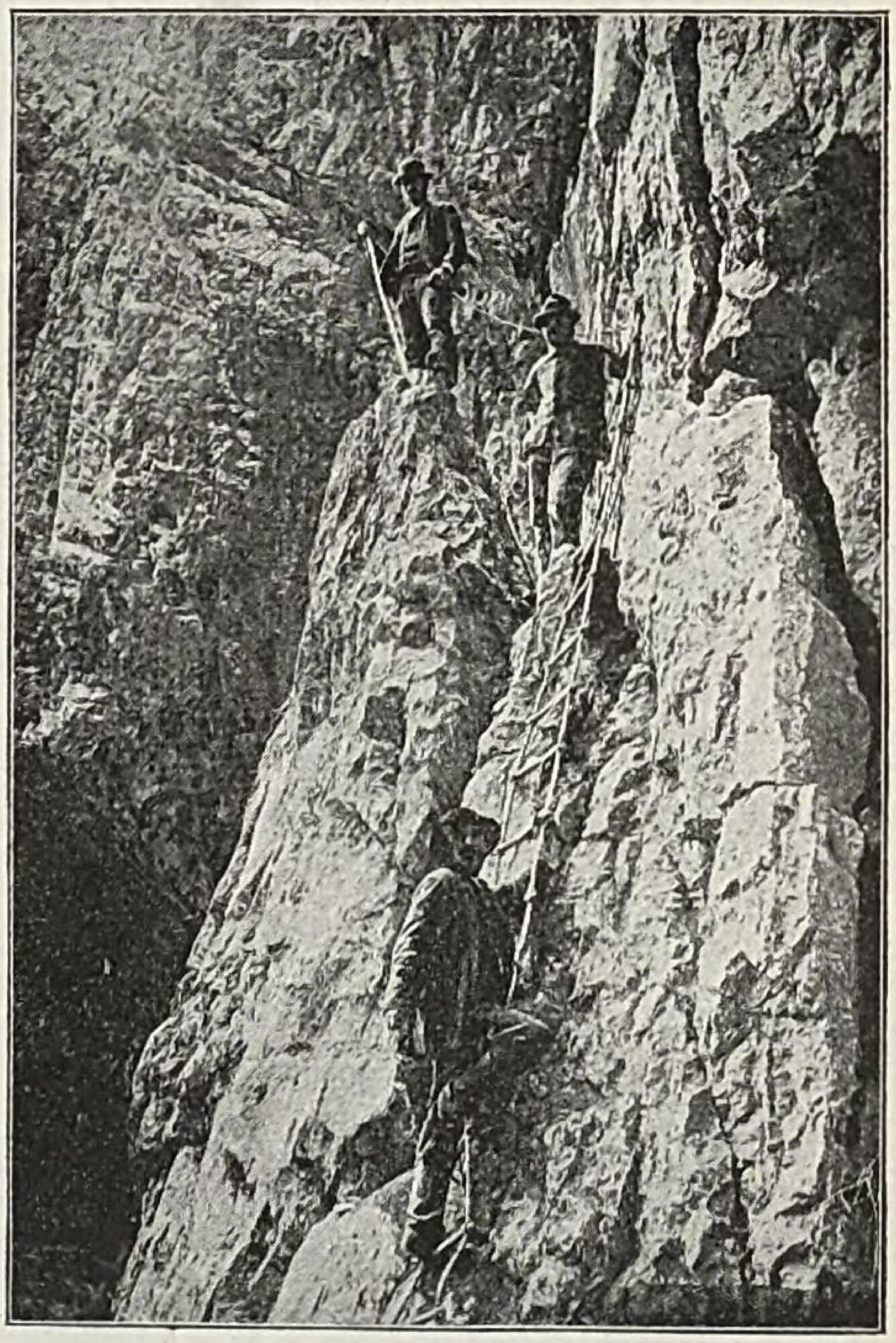
Plan der Adelsberger Grotte nach den Ergebnissen der Forschungen bis Ende 1893.

E	Grotteneingänge	*c)*	Gozdna Doline
	Dolinen	*d)*	neu entdeckter Erosionsschacht (October 1893), dz. noch unerforscht
	Siphons (unpassirbare) u. muthmassliche Verbindungen		
	Wasserläufe und Tümpel	*e)*	1885 künstlich erschlossene Louisenhalle
	trockene Gänge		
a)	Doline stara apnenca	*f)*	vom Arbeiter Šibenig entdeckter Gang (dz. noch unerforscht).
b)	anstossende tiefe Einsturzdoline		

Die beigegebenen Illustrationen (S. 246, 247, 249 und 250) zeigen einen Theil der Anlagen, welche aus dem Grottenfonds bestritten worden sind, sowie die nächste Umgebung des Grotteneinganges. Ausführliche Nachrichten über die Geschichte der Adelsberger-Grotte findet man aus älterer Zeit in dem Werke von Dr. Adolf Schmidl, und bis zum Jahre 1892 in dem Büchlein „Adelsberg und seine Umgebung" (Adelsberg 1892, Druck und Verlag von R. Schäber); desgleichen in Nr. VII der unter dem Gesammttitel „Unterwegs" erschienenen Reiseführer von A. Hartleben, ein Bändchen welches fast gleichzeitig mit dem Vorerwähnten erschienen, und vom bekannten Reiseschriftsteller Baron A. von Schweiger-Lerchenfeld verfaßt ist. Die letzten Ereignisse sind nur in Martel's „Les Abîmes" (Paris 1894) und im Vorstehenden erwähnt. Hoffentlich stehen bald wieder neue Entdeckungen bevor,



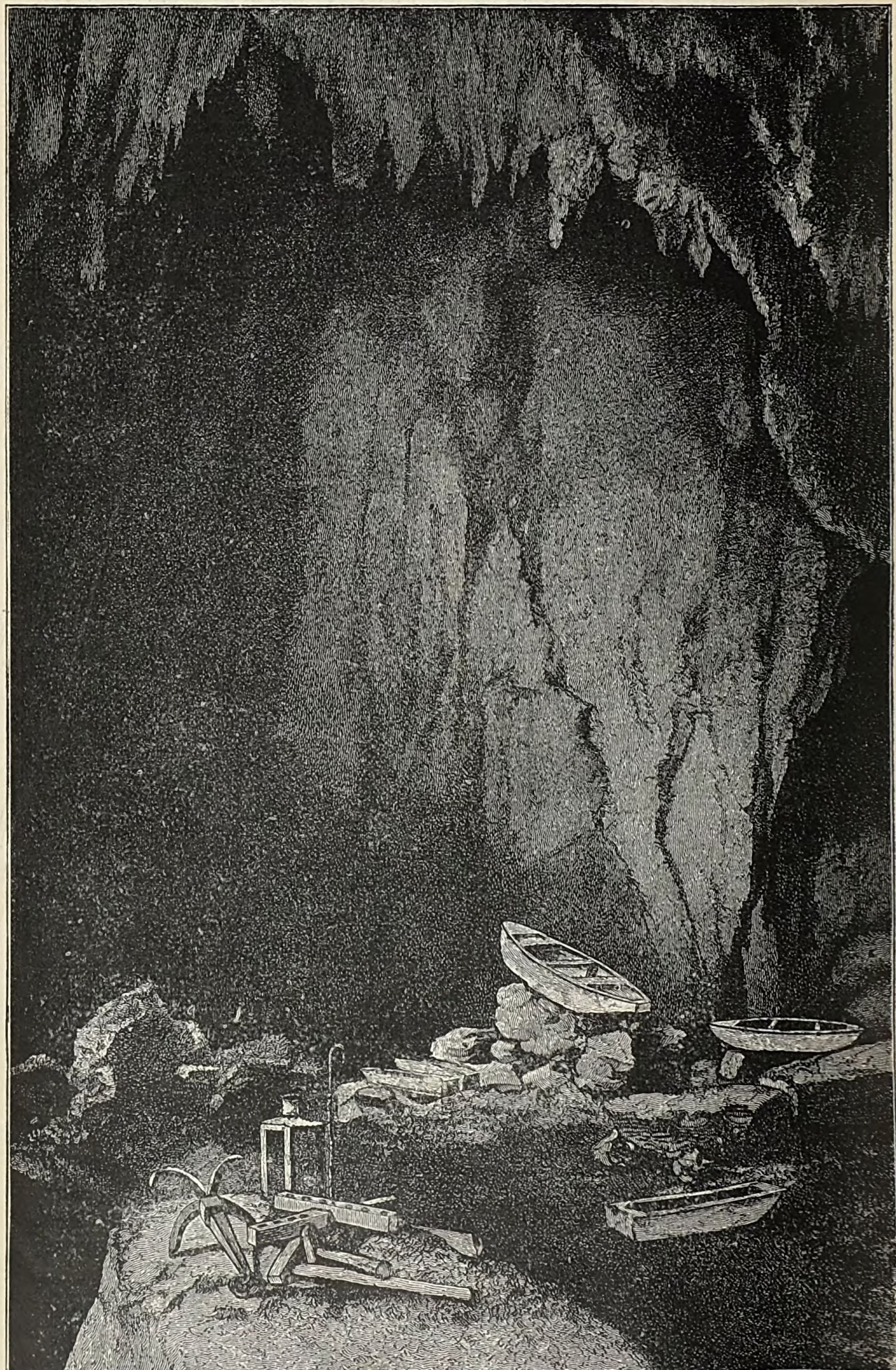
Recognoscirung in der großen Doline von St. Canzian.



Wegbauten in den Rekahöhlen.

deren Ausführung einzig und allein vom Eintritte günstiger Niederwasserstände abhängt.

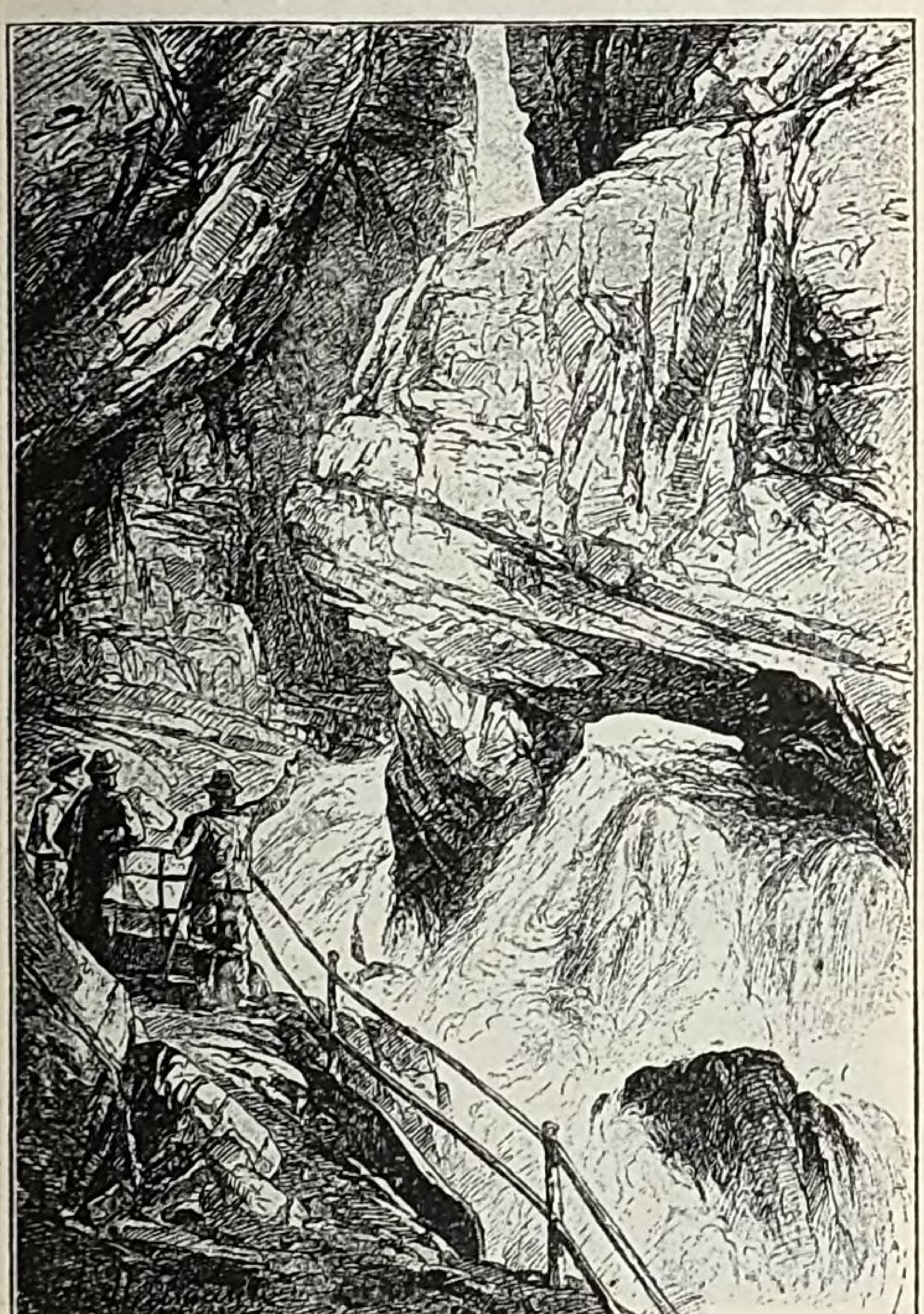
2. Die Reka-Höhlen von St. Canzian waren ebenfalls längst bekannt, fanden aber nicht jene Beachtung, welche sie als hervorragende Naturmerkwürdigkeit verdient hätten, bis sich die Section Küstenland des deutschen und oberösterreichischen Alpenvereines (in Triest) der Sache annahm. Zwar hatten schon Schmidl, Rudolf, Swettina und Andere Vorstöße in der großen Wasserhöhle gemacht, allein die Schwierigkeit der Befahrung derselben brachte es mit sich, daß die ersten Versuche kein bedeutendes Resultat haben konnten, umsomehr, als keine ausgiebigen Mittel zur Verfügung standen. Im Jahre 1883 wurde auch in Triest eine Abtheilung für Grottenforschung innerhalb der Alpenvereinssection gegründet, nachdem der 1878 gegründete Wiener Verein für Höhlenkunde seine Selbständigkeit aufgegeben und



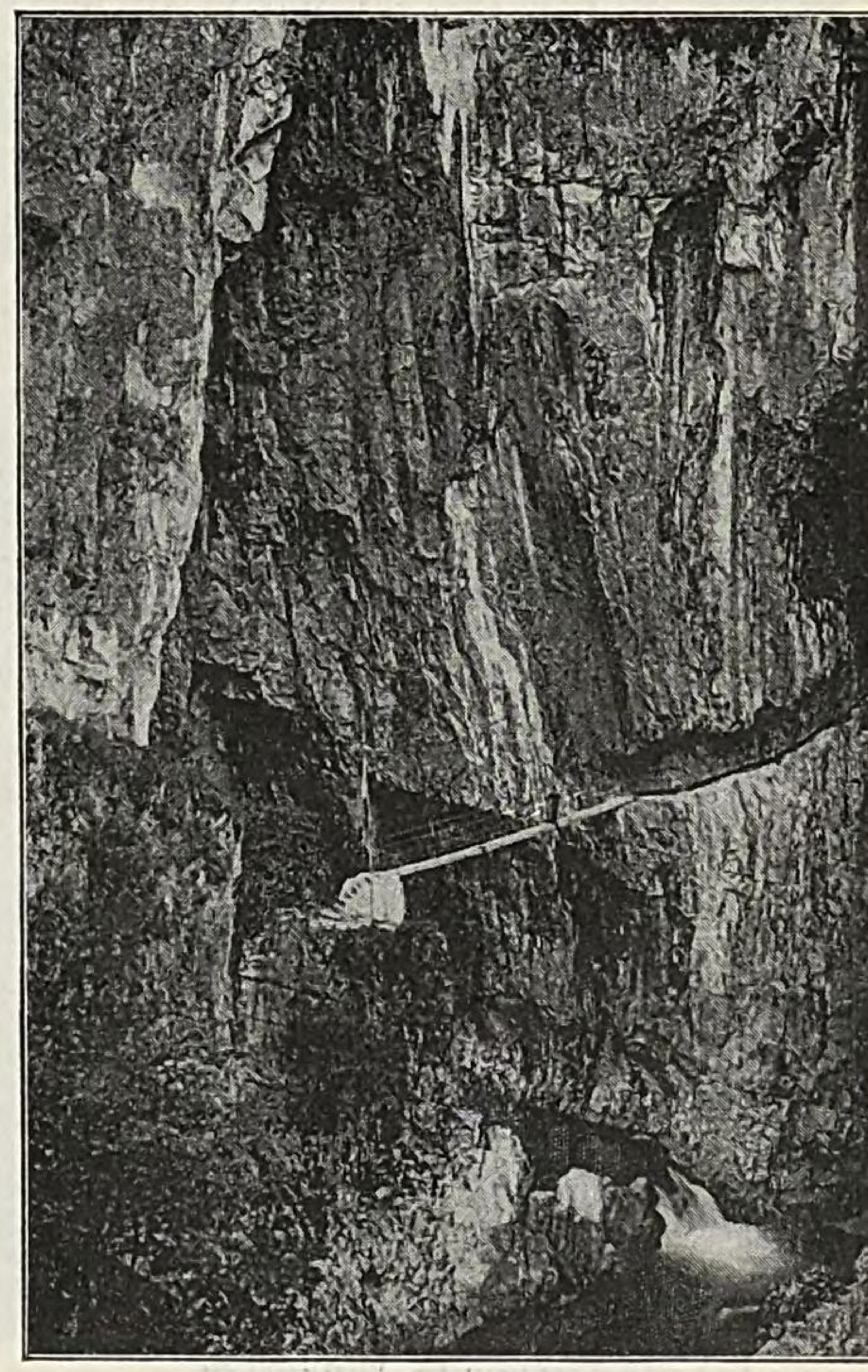
Depôt der Triester Grottenforscher in der Schmid-Grotte.

sich dem österreichischen Touristen-Club angeschlossen hatte. Die Anregung zur Gründung des neuen Vereines ging von Professor Dr. Moser aus, und die Abtheilung entfaltete bald eine intensive Thätigkeit, über welche die Sectionsberichte viele Angaben enthalten. Ausführlich sind sämmtliche Fahrten in die Unterwelt des Karst in dem „Grottenbuch" beschrieben, welches leider nur in einem einzigen handschriftlichen Exemplare existirt, dessen (wenigstens auszugsweise) Veröffentlichung sehr erwünscht wäre. Dieses Buch enthält auch Pläne und Zeichnungen aus vielen Höhlen im Umkreise von Triest, und enthält alle Details über die Erforschungs- und Gangbarmachungsarbeiten.[1]) Als Beispiel diene der Plan der Kačna jama nach S. 276.

Die erste Aufgabe mußte es sein, die alten, halb verfallenen Weganlagen zu verbessern und neue Communicationen mit den interessanten Punkten herzustellen,



Partie aus den Rekahöhlen
Oblaßer-Warte, und innere Rekafälle.



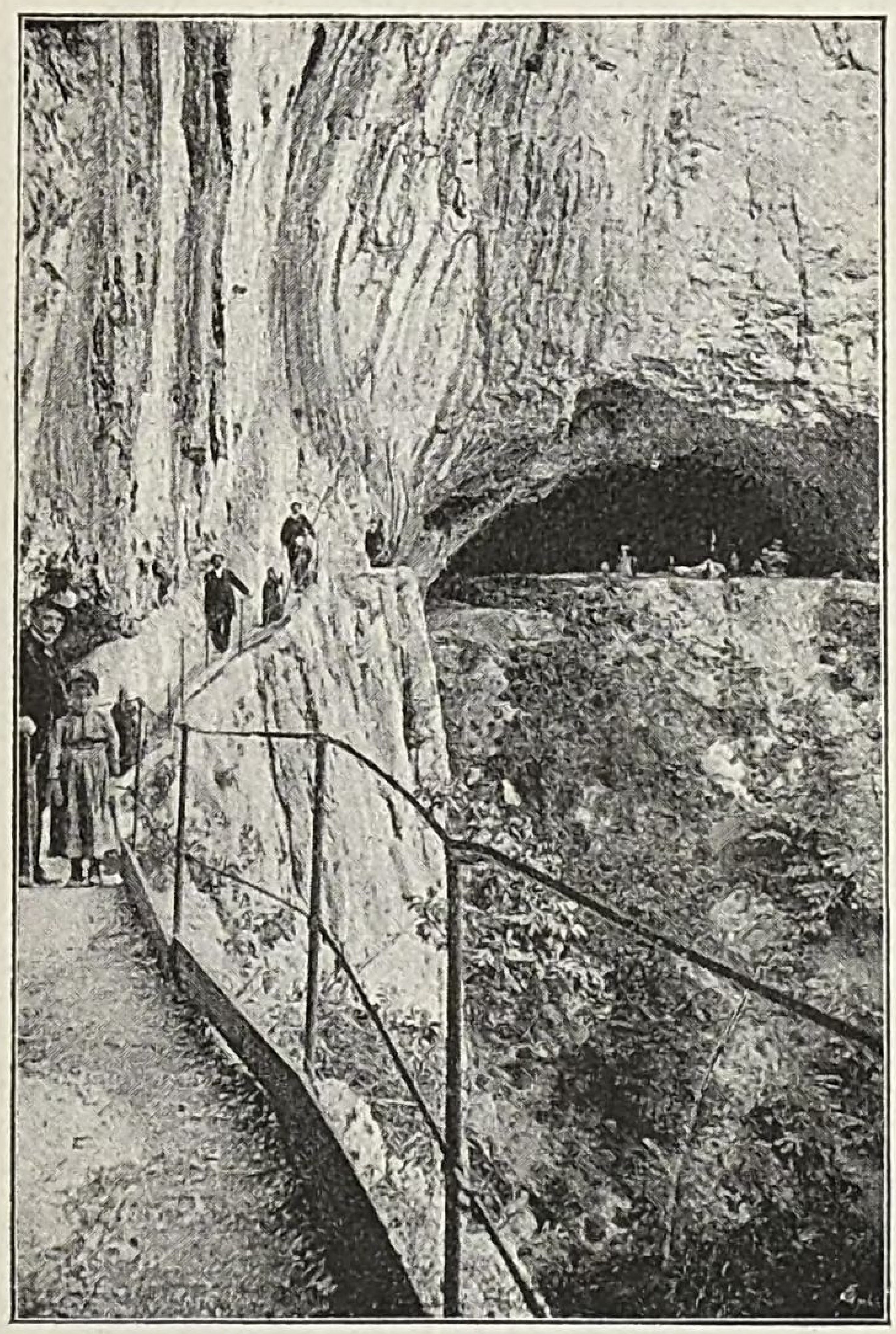
Ausfluß der Reka aus der Marinitsch-Grotte.

wozu es mancher waghalsigen Expedition bedurfte, von welchen die beiden Abbildungen auf S. 251 eine Vorstellung geben. Die Erforschung der Wasserhöhle war zur Zeit, als Verfasser dieselbe zum ersten Male besuchte, nicht zu jeder Zeit möglich, weil die Hochwässer den tief gelegenen Zugang überflutheten. Um bei plötzlichem Steigen des Wassers den Erforschern den Rückzug zu sichern, wurden die kühnsten Rettungswege angelegt, die heute nicht mehr nöthig sind, weil überall schon gefahrlose und mit eisernen Geländern versehene, hochgelegene Wege die einzelnen Höhlen miteinander verbinden. Auch im Inneren der Wasserhöhle sind die neueren Wege so

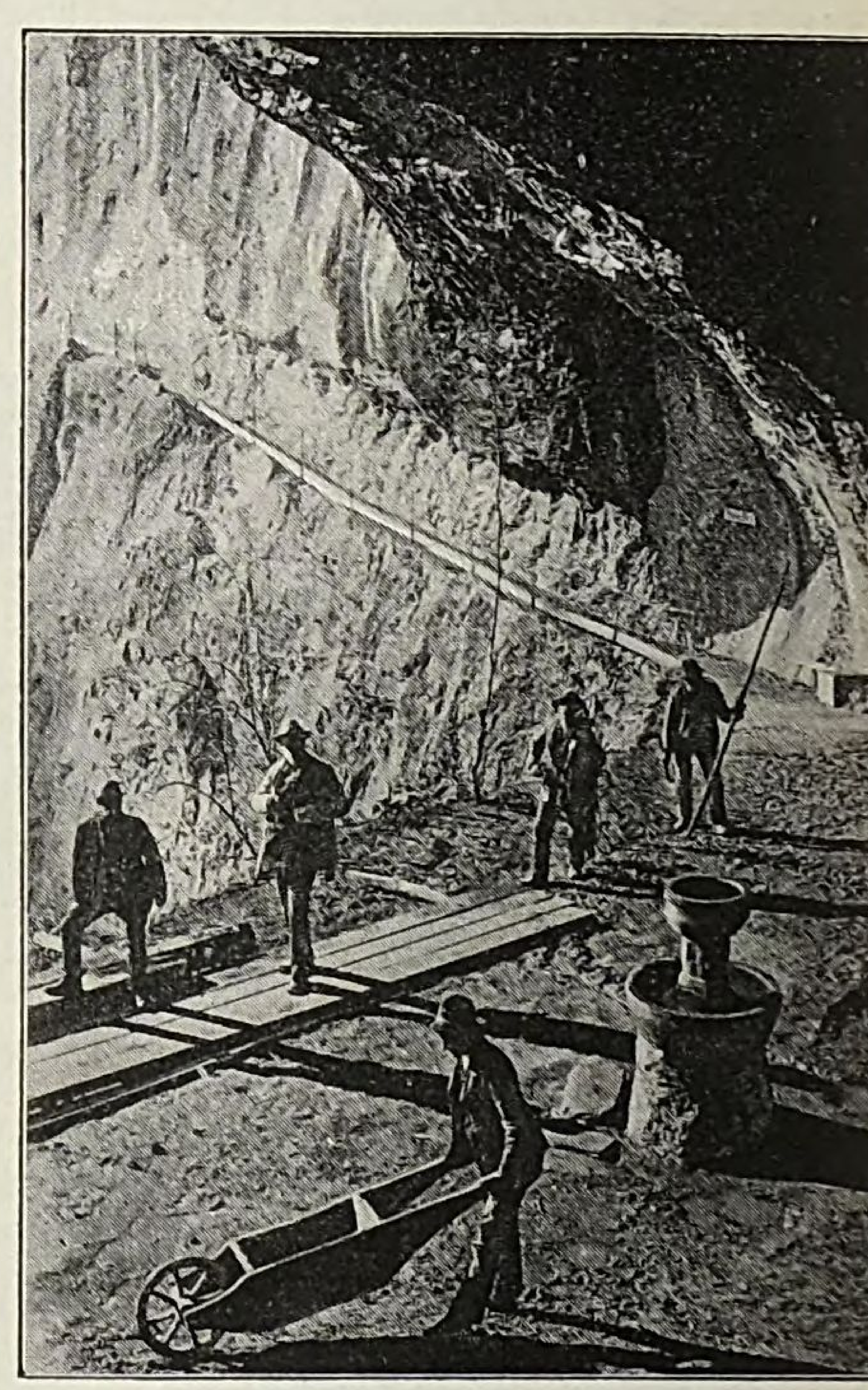
[1]) Gute Hinweise auf die Thätigkeit der Abtheilung für Grottenforschung findet man auch in der Festschrift der Section Küstenland: „Chronik der Section Küstenland" 1873—1892 von P. A. Pazze, Triest 1893, Selbstverlag der Section.

hoch angelegt, daß mindere Hochwässer dieselben nicht mehr zu erreichen vermögen. Das derzeitige Ende der Höhle, das heißt der Punkt, wo man in Folge eines Syphons nicht mehr weiter vorzudringen vermag, dürfte noch im heurigen Jahre durch die Weganlagen erreicht werden, die mit der größten Kühnheit dem fast senkrechten Felsen abgerungen sind. Diese Weganlagen sind an und für sich schon eine Sehenswürdigkeit! Ihre Vollendung wird die Untersuchung des Endpunktes wesentlich erleichtern, dessen Erreichung derzeit selbst bei Niederwasserstand noch beschwerlich und gefährlich ist.

Ob es möglich ist, den Syphon zu umgehen, das muß sich bald herausstellen. In der Adelsberger Grotte ist es gelungen, deren drei durch Umgehung zu bewältigen, und es ist nicht ausgeschlossen, daß dies auch hier gelinge. Wenn die Ausräumung des durch Reisig und Holzklötze verschlossenen engen Canales nicht genügen sollte, um



Tominzgrotte, Außenansicht.



Tominzgrotte, Innenansicht.

dem Flußlaufe nach vordringen zu können, dann bliebe nur das eine Mittel übrig, nämlich den Versuch zu machen, durch irgend einen Erosionsschacht hinter den Syphon zu gelangen und die denselben bildende Barre zu beseitigen, die wahrscheinlich aus großen Deckenbruchstücken besteht. Einsturzschlünde eignen sich für solche Versuche weniger, weil das Bruchmaterial die Höhlen zumeist verlegt. Bei Erosionsschlünden kommt zwar auch eine Verlegung häufig vor, sie bieten aber trotzdem mehr Aussicht, zur Höhle hinab zu gelangen, u. zw. schon aus dem Grunde, weil sie sich in ungestörten Deckenpartien befinden, unter denen, oder in deren Nähe sich, der Theorie nach, eine Abzugshöhle befinden muß.

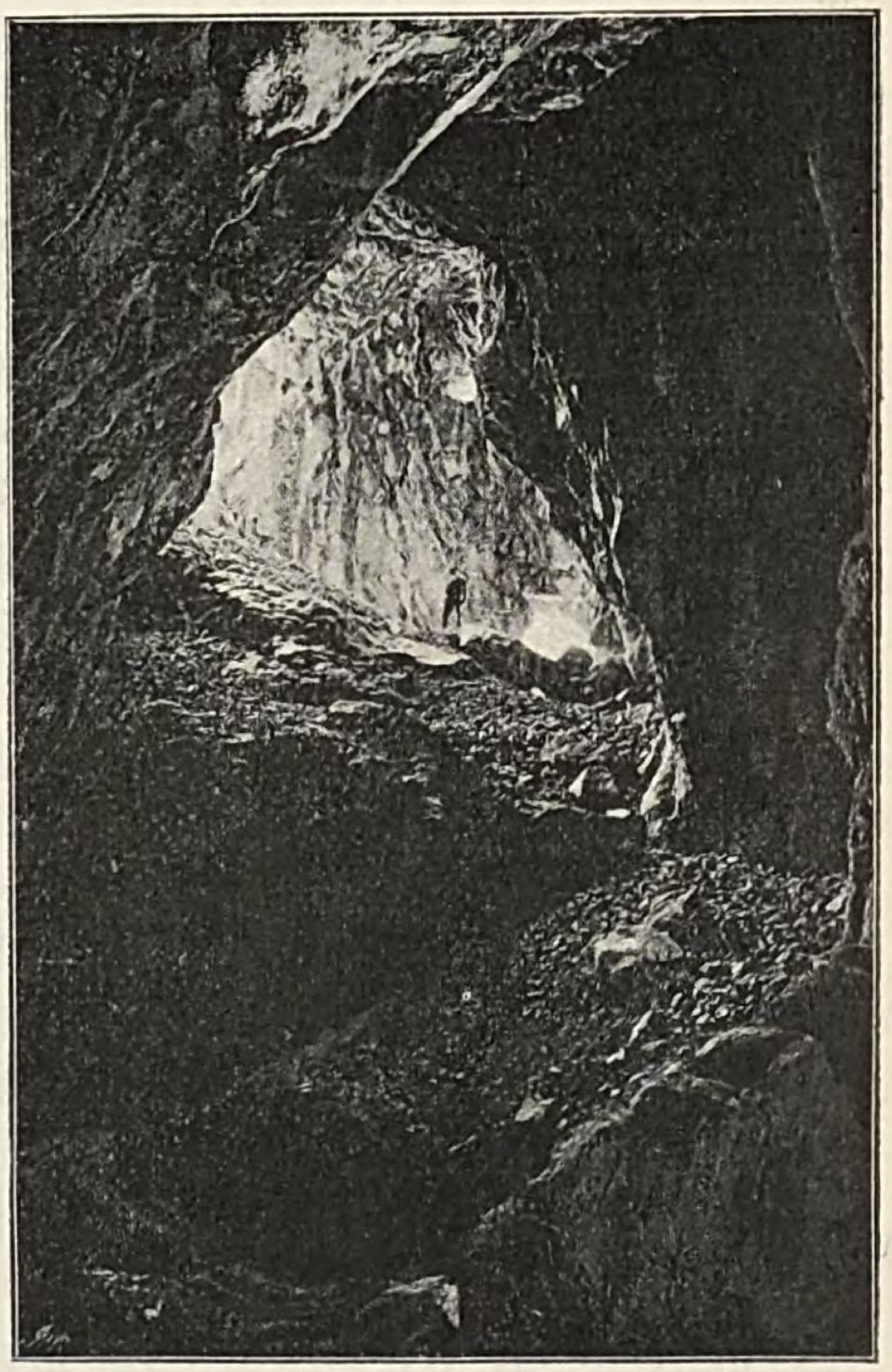
Ueber die bisher in den Reka-Höhlen angestellten Forschungen und Wegbauten bringt die Festschrift der Section Küstenland (Triest 1893), S. 354—359, eine gedrängte Uebersicht.

Die Fahrzeuge, welche die Reka-Forscher hauptsächlich verwendeten, waren zusammenfügbare Pontons und Boote von sehr massiver Bauart, wegen der großen Gewalt der Strömung bei den zahlreichen Wasserfällen und Stromschnellen, über welche dieselben an Seilen hinabgelassen werden mußten. So schwer und wenig handsam diese Fahrzeuge waren, so hatten sie doch den Vortheil großer Verläßlichkeit. Ein leichtes, zusammenklappbares Kielboot aus getheerter Segelleinwand, welches in der Schmidl-Grotte aufbewahrt ist, soll sich minder gut bewährt haben. Die Illustration S. 252 zeigt das Depôt der Grottenforscher in der Schmidl-Grotte.

In neuerer Zeit wurde der vordere Raum der Tominz-Grotte gegen zwei Meter hoch abgegraben, und es wurden zwei übereinander gelagerte Culturschichten bloßgelegt, die zahlreiche Artefacte, Knochen 2c. geliefert haben. An der rechten Seitenwand



Tomasini-Brücke in der großen Doline von St. Canzian.



Eingang in die Mahorcic-Grotte.

wurden auch Skelettgräber gefunden. Früher schon war ein Bronzehelm in der Wasserhöhle durch Zufall entdeckt worden. Dieser befindet sich derzeit im Museo civico in Triest. Daß hier eine prähistorische Ausbeute möglich war, erklärt sich wohl dadurch, daß ganz Istrien reich an prähistorischen Fundstellen ist, und daß in unmittelbarster Nähe der Reka-Höhlen (oberirdisch) Anzeichen einer alten Ansiedlung constatirt worden sind. Ein Besuch der Reka-Höhlen ist daher in mehrfacher Hinsicht instructiv, und er wird namentlich zeigen, was die Beharrlichkeit einer Corporation zu leisten im Stande ist, die ihre Kräfte nicht zersplittert, und die keine Opfer scheut, um dieses Hauptobject ihrer Thätigkeit nach jeder Richtung hin zu erforschen.

Das bisher Geleistete wurde durch jene Mittel beschafft, welche die Centrale des deutschen und österreichischen Alpenvereines in Form von Subventionen in splendider Weise bewilligt hat. Ferner durch die finanzielle Unterstützung der Section

Küstenland, durch die Beiträge der Mitglieder der Abtheilung für Grottenforschung und durch private Opferwilligkeit. Die Leitung der Arbeiten wird gratis durch Mitglieder der Abtheilung besorgt, welche als kühne Pionniere stets bei den Erforschungen vorangehen und die anzulegenden Nothsteige traciren, die nach und nach zu guten Wegen umgewandelt werden.

Die Höhlen von St. Canzian sind gegen eine so mäßige Eintrittsgebühr zu besichtigen, daß ein Ueberschuß des Erträgnisses gegenüber den bedeutenden Auslagen nicht denkbar ist. Ein Grottenfond wie in Adelsberg existirt daher nicht. Alles, was bereits geschaffen worden ist, und was noch zu thun übrig bleibt, um dieses Naturwunder in allen Theilen zu erschließen, mußte aus Privatmitteln bestritten werden. Einen directen Nutzen hat nur die Bevölkerung der Umgebung, die als Führer oder Arbeiter einen lohnenden Erwerb findet. Interessant ist es auch, zu beobachten, mit welcher Liebe diese Leute an den Reka-Höhlen hängen, sowie den Fortschritt zu betrachten, der in Bezug auf Verpflegung eingetreten ist, seitdem der Fremdenbesuch sich gehoben hat.

Der Erhaltungszustand der Wege ist ein vortrefflicher, und sind mit wahrem Raffinement alle schönen Punkte zugänglich gemacht worden, wovon die beigegebenen wenigen Abbildungen einen annähernden Begriff geben sollen. In der Mahorčic-Grotte ist es bisher noch nicht gelungen, eine Trace für einen ähnlich guten Weg aufzufinden, weil die geeigneten Stellen vom Hochwasser überfluthet werden. Dort kann man daher noch einen Begriff bekommen, wie früher die Wege ausgesehen haben, die mit gutem Grunde als Rettungswege bezeichnet wurden. Ohne Anlage von Rettungswegen wäre die Erforschung der Reka-Höhlen wohl nie so weit gelungen und weit gefährlicher geworden.

3. Die Agteleker Höhle oder Baradla, an welche sich schon uralte Sagen knüpfen, wurde 1792 schon im Auftrage der englischen Akademie der Wissenschaften erforscht. Der Bericht hierüber von Townson erschien in London 1797 in dem Werke „Travels in Hungary“. Die Erforschung nahm drei Tage Zeit in Anspruch und begriff nur die „alte Höhle" sammt ihren Nebenstrecken. Die erste Aufnahme der Höhle erfolgte 1801 bis 1802 durch Christian Raiß, Ingenieur des Gömörer Comitates. Diese Vermessung umfaßte die altbekannten Höhlengänge bis zum „Eisernen Thor". Im Jahre 1829 unternahm es ein Nachfolger, der Ingenieur Emerich Vaß, die Höhle vollständig aufzunehmen, und gelangte auch bis an das derzeitige Ende. Er ist somit als der Entdecker der „neuen Höhle" zu betrachten. Ueber Antrag von Karl Siegmeth, Vorstand der Section Ost-Karpathen des ungarischen Karpathen-Vereines, pachtete dieser Verein (1881) die Höhle, ließ Wege anlegen, baute ein Unterkunftshaus nächst dem Eingange und ließ die Höhle neu vermessen, um am jenseitigen Ende einen künstlichen Ausgang zu schaffen, was derzeit den Besuchern den anstrengenden Rückweg durch den ganzen 5797·28 Meter langen Hauptgang erspart. Diese Vermessung wurde durch Director Koloman Münnich mit großer Präcision ausgeführt, und zwar sowohl unterirdisch als oberirdisch, und der Durchschlag (100 Meter lang) gelang vortrefflich. Mit den derzeit bekannten Seitengängen beträgt die Gesammtlänge der Höhle 8666 5 Meter. Sie ist also (abgesehen von den amerikanischen Riesenhöhlen[1]) die zweitgrößte unter den bekannten Höhlen, wenigstens von Europa.

[1] Mammuth Cave 220 Kilometer, — Große Wyandotte-Höhle 35 Kilometer, — Howe-Höhle 20 Kilometer. — In die Krystallhöhle kann man mit Pferd und Wagen 17 Kilometer weit hineinfahren. Höhlen in der Länge von 20 bis 30 Kilometern gibt es noch mehrere in Nordamerika.

Vorläufig hat ihr die Adelsberger Grotte den Rang abgelaufen; es ist aber mit dem Aufwande von einigen tausend Gulden möglich, die verstürzten Gänge auszuräumen, durch welche das Wasser in die Höhle gelangt. Diese führen in die Richtung der Büdöstöer Höhle und sollen nach einer Annahme auch mit der Eishöhle von Szilice in Verbindung stehen. In dieser Richtung wären Forschungen anzustellen, die gewiß von bedeutendem Erfolge sein und der entthronten Königin unter den europäischen Höhlen wieder zu ihrer Würde verhelfen würden. Ueber die Fortschritte der Forschungen bringt das Buch von Karl Siegmeth (siehe S. 33) ausführliche Nachrichten und reiche Literaturnachweise.

Das großartigste Tropfsteingebilde, der astronomische Thurm, steht in der neuen Höhle. Es ist dies eine oben spitz zulaufende, freistehende Säule von 20 Meter Höhe und von 8 Meter Durchmesser an der Basis. Die große Halle im letzten Viertel der Höhle hat eine Breite von 50 bis 90 Metern. Die schwierigste Stelle bei der Erforschung war die Enge des Eisernen Thores, welche aber derzeit umgangen wird. Trotzdem die Agteleker Höhle eine Wasserhöhle ist, so kann sie doch ohne Boot in allen Theilen (bei Niederwasser) besucht werden. Bei Hochwasser werden einzelne Theile unzugänglich.

Nachdem es nur bei Hochwasser ungangbare Theile in der Höhle gibt, so sind bei der Erforschung keine außergewöhnlichen Vorkehrungen nöthig gewesen. Solche werden erst bei der Erforschung der oberwähnten Gänge erforderlich werden, in denen gar manche Ueberraschung verborgen liegen mag.

4. Das Luegloch[1]) in Steiermark liegt nächst dem Orte Semriach in dem Peggauer Devonkalkgebirge, welches von zahlreichen Höhlen durchfurcht ist. Nachdem der Druck dieses Werkes bei Eintritt des Aufsehen erregenden Unfalles, der die Mitglieder des Grazer Vereines für Höhlenforschung betroffen hat, noch nicht begonnen hatte, so war es möglich, noch ein kurzes Capitel über diesen höchst lehrreichen Fall einschieben zu können.[2]) Es dürfte den Lesern angenehm sein, daß derselbe hier erwähnt und einige Consequenzen daraus gezogen werden. Vor Allem muß constatirt werden, daß den Mitgliedern des Vereines alle erforderliche Fachbildung fehlte, und daß der Verein seinen Titel daher mit Unrecht führt. Die Mitglieder können als Höhlentouristen betrachtet werden, Forscher im eigentlichen Sinne des Wortes sind sie nicht, dazu gehört ein größeres Wissen. Sie konnten daher die Tragweite ihrer unbesonnenen Handlung, eine Wasserhöhle besuchen zu wollen, zu einer Zeit, die dazu vollkommen ungeeignet war, nicht ermessen, und daß ihnen dieses Verständniß fehlte, zeigt deutlich ihr Benehmen nach ihrer Rettung aus der offenbaren Todesgefahr.[3]) Die Einschließung dauerte vom 30. April (Sonntag) bis 7. Mai (Montag), und die Rettungsarbeiten

---

[1]) Der Name der Höhle wird verschiedenartig geschrieben: Lugloch, Luegloch, Lueloch und Lurloch. Nach einer Version stammt derselbe von lugeus, nach anderer von Lurg oder Lorg, und schließlich auch von der nahen Ruine der Burg Lueg. Welche von diesen Ansichten richtig ist, soll nicht näher untersucht werden. Wer eine correcte Deutung versuchen will, muß jedenfalls ein genauer Kenner des Localdialektes sein, denn die Aussprache im Dialekte hat schon zu vielerlei falschen Localitätenbenennungen Anlaß gegeben, wie z. B. Lehrerkogel anstatt Lärchenkogel (Lärchenbaum wird im Dialekte Lerabam ausgesprochen), Radstattmauer anstatt Radstattmayer (Moar) 2c.

[2]) Siehe die Abbildungen S. 18 und 19.

[3]) Nach einer Mittheilung in der „Fremdenzeitung" vom 12. Mai waren die Theilnehmer an der Expedition durch Herrn Bergcommissär Rothleitner in Graz gewarnt worden, dieselbe nicht bei so ungünstiger Zeit zu unternehmen.

verursachten einen Kostenaufwand von 15.000 Gulden. Der Umstand, daß jene Personen, welche die Höhle zu kennen behaupteten, über dieselbe keine genaue Auskunft zu geben wußten, erschwerte die Rettungsarbeiten sehr. Auch die gewiß sehr glückliche Idee, den engen Wassercanal durch Taucher erforschen und von den eingeschwemmten Hölzern befreien zu lassen, wurde zwar rasch ausgeführt, entsprach aber nicht den gehegten Erwartungen.

Ohne die genaue Richtung zu kennen, in der die vom Wassercanale aufsteigende Röhre lag, durch welche man in die oberen Höhlenräume gelangen kann, waren die Sprengarbeiten von problematischem Werthe, obwohl sie unter fachkundiger Leitung (Bergverwalter Setz und später Oberstlieutenant Pizzighelli) unternommen worden sind. Es fehlte aber an einem höhlenkundigen Techniker, und dieser wurde schließlich in der Person des k. k. Forstinspectionsadjuncten Putick berufen, dessen Mitwirkung den entscheidenden Erfolg dadurch herbeiführen half, daß man überzeugt sein konnte, daß seine Erfahrungen für den Fall vollkommen ausreichten. Einen gewissen moralischen Eindruck mußte daher das Auftreten Putick's auf die bei den Rettungsarbeiten Beschäftigten gewiß hervorrufen, wenn es auch an technischer Leitung nicht gefehlt hatte. Es ist aber ein ganz anderes Ding, ob die leitenden Persönlichkeiten schon einschlägige Arbeiten gemacht haben oder ob sie vor einem Novum stehen, und letzteres war der Fall bei allen zur Hilfe Herbeigeeilten, nur bei Putick nicht, der sofort die Situation richtig zu deuten verstand, und sich überzeugte, daß die Vorarbeiten im Principe zweckentsprechend gemacht waren.

Auch heute weiß man noch nichts Genaueres über die Configuration des am 15. April entdeckten Theiles der Höhle.[1]) Die Untersuchung des Lueglochs von fachmännischer Seite ist in mehr als einer Hinsicht von Wichtigkeit, und zwar:

1. Als Sehenswürdigkeit, nachdem die Höhle von bedeutender Ausdehnung und angeblich mit Tropfstein reich ausgekleidet sein soll;

2. als Fundplatz für diluviale Thierreste, wie die Pseudo-Höhlenforscher behaupten, und

3. als Abzugshöhle für ein blind endendes Thal, welches schon einmal durch Verstopfung der Höhle stark überfluthet worden ist.

Was man bisher von Tropfsteingebilden aus dem Luegloche kennt (das k. k. naturhistorische Hofmuseum besitzt einige Proben) ist von keiner besonderen Schönheit. Aus den inneren Räumen existiren noch keine Stücke in öffentlichen Sammlungen. Ebenso steht der Werth der entdeckten Knochen noch in Frage. Unbestreitbare Wichtigkeit besitzt die Höhle aber als Abzugshöhle für die Niederschläge des Thalgebietes von Semriach. Nach Graf Wurmbrand ist das Luegloch eine typische Durchflußhöhle, denn die Gewässer, die zum Luegloche hineinfließen, kommen bei der Hammerbach-Quelle wieder zu Tage, und das Profil der Durchflußhöhle zeigt vielfache Verengungen. Diese bilden eine Gefahr für das Thal, weil sich in ihnen Einschwemmungen festkeilen können. Eingeschwemmte Baumstämme sollen auch jene Stauung hervorgerufen haben, durch welche für die sieben Eingeschlossenen der Rückweg abgesperrt worden ist. Auch die große Ueberschwemmung, von welcher das genaue Datum nicht bekannt ist, mag nur durch eine mechanische Störung in der Abflußhöhle hervorgerufen worden sein. Der enorme Druck des aufgestauten Wassers dürfte das Hinderniß beseitigt

[1]) Nach Mittheilung von Prof. Dr. R. Hoernes existirt ein Plan, der ziemlich correct dieselben darstellen soll. Die bisher publicirten Pläne des vorderen Theiles stimmen miteinander jedoch nicht überein, und scheinen à la vue aufgenommen zu sein.

haben, wodurch der Abfluß erfolgen konnte. Der unterirdische Weg, den das Wasser zurücklegt, beträgt in der Luftlinie rund drei Kilometer. Im Verlaufe der Wasserhöhle dürften viele Weitungen liegen, und die Herstellung eines vollständigen Durchbruches, der stets controlirbar bliebe, hat keinerlei besondere Schwierigkeiten, besonders wenn die Identität des Wassers an der Ausflußstelle constatirt ist. Die Niveau-Unterschiede sind jedoch sehr bedeutend und sollen gegen 200 Meter betragen. Das Verhältniß wäre also 1 : 15, was ein außergewöhnlich starkes Gefälle wäre. Es ist Angesichts des geringen Querschnittes des oberen Theiles der Wasserhöhle anzunehmen, daß man es mit einem verhältnißmäßig jungen Durchbruche zu thun hat, daß sich aber weiterhin größere Räume befinden können. Syphons sind erst im unteren Theile zu erwarten, wenn es nicht etwa solche sind, die durch locale Ursachen (Deckenbruchstücke 2c.) hervorgerufen worden sind.

Die Seitenhöhlen, welche im April 1894 entdeckt worden sind, und welche angeblich sichtbare Schlote in der Decke besitzen, können als durch die locale Infiltration erodirt betrachtet werden. Sie sind Erweiterungen von Klüften, welche der Haupthöhle jene Niederschläge zugeführt haben, welche auf dem Plateau über der Höhle niedergefallen sind. Der bedeutendere Querschnitt dieser Nebenstrecken ist ein weiterer Grund zur Annahme, daß sie älteren Datums als die jetzige Wasserhöhle sind, welche derzeit als Haupthöhle fungirt.

Alle diese Annahmen werden wohl bald durch fachmännische Untersuchungen bestätigt oder widerlegt werden, und darum wäre es verfrüht, schon jetzt behaupten zu wollen, daß obige Darstellung richtig sein müsse, weil sie nur auf Berichte basirt werden kann, deren Verläßlichkeit nicht über jeden Zweifel erhaben ist. Auf die oberirdischen Erscheinungen haben die Erforscher ja keinerlei Gewicht gelegt, und gerade die Kenntniß dieser Erscheinungen wäre für die richtige Deutung der Entstehung der Seitenhöhlen nothwendig gewesen. Spätere Erforscher, denen die Wichtigkeit der oberirdischen Erscheinungen bekannt ist, werden die Versäumnisse der früheren Explorateure gewiß nachholen, und dadurch einen werthvollen Beitrag für die Entstehungsgeschichte der Peggauer Höhlen liefern.

Daß es an echten Dolinen und an Karsttrichtern im Peggauer Devon-Kalkgebirge nicht fehlt, darüber liegen verläßliche Nachrichten vor. In welchem Bezuge diese mit der Höhlenbildung stehen, das geht aus den vorstehenden Capiteln zur Evidenz hervor. Auch aus der Beschreibung von Graf Wurmbrand kann man entnehmen, daß die oberen Höhlen durch locale Infiltration entstandene Höhlen sind; denn z. B. das Drachenloch hat eine obere und eine untere Mündung, trotzdem es zu den trockenen Grotten gehört.

Wenn den Grazer Höhlentouristen auch kein anderes Verdienst zugesprochen werden darf, als daß sie die Aufmerksamkeit auf das hochinteressante Höhlengebiet von Peggau wieder gelenkt haben, so kann man über ihr unverantwortliches Vorgehen etwas milder urtheilen, denn sie haben unbewußter Weise der Wissenschaft einen großen Dienst erwiesen.

5. Erforschung verschiedener kleinerer, trockener Halbhöhlen und Grotten.

Ueber die Erforschung der Kremsthalhöhlen liegt eine ziemlich erschöpfende Arbeit von Professor Woldřich vor, welche im LX. Bande der „Denkschriften der k. k. Akademie der Wissenschaften" (mathematisch-naturwissenschaftliche Classe), Wien

1893 erschienen ist. Es sind darin erwähnt die Grabungen von Pfarrer Hacker, Ingenieur Brun und Oberlehrer Werner. Die betreffenden Höhlen sind die Eichmayerhöhle, Gudenushöhle, Schusterluke und die Teufelskirche, welche ziemlich reiche Funde an Thierknochen und an Artefacten ergaben. Außer den genannten Personen haben aber später noch mehrere andere dort gegraben. Das von Professor Woldřich bestimmte Fundmaterial stammte aber nur von den erwähnten drei Forschern. Der Umstand, daß die Grabungen nicht nach einem bestimmten Systeme und von einer und derselben Person unternommen worden sind, erklärt es wohl, daß eine spätere Nachlese noch ergiebig sein konnte. Das Museum in Krems besitzt von dieser noch eine ziemlich reiche Suite von Fundstücken, welche es dem Forschungseifer der Herren Propst Dr. Kerschbaumer, Weigel, Dellapina u. A. verdankt.

Gründlich wurde in einigen mährischen Höhlen zu Werke gegangen, in denen, wie z. B. in der Evahöhle, der ganze Inhalt an lockerem Materiale aus der Höhle geschafft und durchsucht worden ist. Nach derselben Methode verfuhr Dawkins in den von ihm untersuchten englischen Höhlen, obwohl er sich hierbei nur auf jene Schichten beschränkt zu haben scheint, die nach den Versuchsgrabungen sich als erfolgversprechend erwiesen hatten. Diese Versuchsgrabungen können aber auch täuschen, wenn sie nicht in dem Maße ausgeführt werden, wie dies Dr. Kříž zu thun pflegt, denn ältere Umschwemmungen können arge Umwälzungen hervorgebracht haben, auf die man nicht durch einen oder zwei Schachte zu kommen braucht. Dr. Kříž macht nun nicht nur zahlreiche Versuchsschachte, die er zumeist bis an das anstehende Gestein abteuft, sondern auch noch Quergraben über die ganze Breite der Höhlen, wodurch eine größere Sicherheit geboten ist, daß keine etwa isolirte Fundstelle von nur einigem Umfange der Beobachtung entgehen kann, wenn sie auch in größerer Tiefe liegen sollte (siehe die Abbildungen der Kostelik-Höhle, S. 49 und 50).

Wenn man die genauen Profile ansieht, die von französischen Höhlen existiren, so darf man annehmen, daß dort mit der größten Sorgfalt gegraben worden ist. Der Durchschnitt des „Trou de Frontal", S. 241, zeigt dies deutlich. Das Gleiche gilt von der Grotte von Aurignac, die von Lartet zuerst erforscht worden ist (Annal. d. Sc. Nat., Zool., XV. Bd., Paris 1828), von der Grotte von Arcy-sur-Yonne, die Marquis v. Vibraye reiche Funde geliefert hat (Bull. d. l. soc. Geolog. d. France, Paris 1860), der Höhle von Cro Magnon, ebenfalls von Lartet durchforscht, und noch vieler anderer. Dagegen scheint der Abri de Laugerie-Basse nicht auf einmal gründlich erforscht worden zu sein, denn nach Lartet, Christy und de Vibraye kam noch Massenat, der ein hockendes Skelett mit Muscheln fand, welches Cartailhac in seinem Buche „La France préhistorique", S. 110, abbildet. Auch in den Grotten von Mentone (Baoussé Roussé, rothe Höhlen) wurde niemals so ausgiebig gegraben, daß nicht Nachfolger noch weitere Entdeckungen hätten machen können. Die meisten Publicationen über diesen Complex von neun Höhlen, unter denen auch einige ganz seichte sich befinden, stammen von Emile Rivière. Interessant sind unter dessen Funden die rothbemalten Menschenskelette. Erst in jüngster Zeit haben die Grotten von Mentone wieder von sich sprechen gemacht.

Die Erforschung von Höhlen erfordert sehr häufig viel Zeit, Geld und Beharrlichkeit. Wo ausgiebige Erfolge erzielt worden sind, konnte diesen drei Voraussetzungen entsprochen werden. Bloßes Umscharren kann einzelne Fundstücke liefern, schadet aber mehr, als es nützen kann. Alle Forschungen sollen einen bestimmten

Zweck verfolgen. Für eine bloße Uebersicht sind Grabungen wohl nicht nöthig. Hat man daher weder die Absicht, noch die Zeit oder die Mittel, um die Erforschung intacter Höhlen gründlich durchzuführen, so unterlasse man dieselbe und begnüge sich damit, in bereits durchforschten Höhlen Nachlese zu halten, die selten ganz resultatlos bleibt, denn in Ritzen und Klüften findet sich wohl noch manches brauchbare Stück, welches der Aufmerksamkeit der früheren Forscher entgangen ist.

Aus den vorstehenden Daten dürften sich einige Anhaltspunkte für die Erforschung von allerlei Höhlen ergeben. Trotzdem wird es sich empfehlen, auch noch auf andere Umstände hinzuweisen, die je nach der Sache, um die es sich handelt, von Wichtigkeit sein können. Z. B.:

Rechtsverhältnisse.

Das Forschen in Höhlen ist nicht für Jedermann unbedingt frei nach den Gesetzen der meisten Länder, und insbesondere nicht, wo es sich um Grabungen oder sonstige Arbeiten handelt, die einen Eingriff in die Eigenthumsrechte des Grundbesitzers bilden. Auch das Aufsammeln von Fundstücken kann daher nur mit Bewilligung des Grundeigenthümers vorgenommen werden. Diese Erlaubniß wird in den meisten Fällen bereitwilligst ertheilt. In der Praxis des Verfassers ist es nur einmal vorgekommen, daß dafür eine Bezahlung verlangt wurde. Auch diese war in Anbetracht der werthvollen Funde an Knochen des Höhlenbären, sehr geringfügig. Läßt man die Grabungen durch den bäuerlichen Grundeigenthümer selbst besorgen, so wird derselbe wohl kaum eine andere Bezahlung verlangen als jene für die geleistete Arbeit. Arbeiten in Höhlen pflegt man gewöhnlich höher zu honoriren als solche auf freiem Felde. Wo der Taglohn z. B. einen Gulden beträgt, rechnet man $1^1/_2$ bis 2 Gulden. Beim staatlichen oder Großgrundbesitze findet man in der intelligenten Beamtenschaft stets ausgiebige Förderer wissenschaftlicher Bestrebungen. Nur sind diese Herren nicht so unabhängig als die Privatbesitzer, und können zumeist die Bewilligung erst im Einverständnisse mit ihren Vorgesetzten ertheilen, was stets mit Zeitverlust verbunden ist.

Aufsammlungen zu Gunsten von Staatsanstalten genießen in Oesterreich nach einem noch zu Recht bestehenden Hofkammer-Decrete aus der Zeit der Kaiserin Maria Theresia ein gewisses Vorrecht. Dieses Decret, dessen Bestehen minder bekannt sein dürfte, hat den Zweck, die werthvolleren Funde den öffentlichen Staatsanstalten zu erhalten, denen ein Vorkaufsrecht eingeräumt wird. Außerdem regelt es die Antheile, welche dem Finder, dem Grundbesitzer und dem Fiscus gebühren. In manchen Ländern ist es nicht gestattet, Fundstücke von materiellem oder von wissenschaftlichem Werthe außer Landes zu bringen. Letzterer ist aber z. B. bei nicht präparirten Knochen, zerbrochenen Bronzen, Feuersteingeräthen u. dgl. nicht leicht bei der Zollrevision erkennbar, und es mag daher viel der Aufsicht der Grenzbeamten entgehen, was nicht gerade sich auffallend als ein solcher Werthgegenstand repräsentirt.

In allen Fällen wird man gut thun, sich mit den gesetzlichen Vorschriften jener Länder vertraut zu machen, in denen man Untersuchungen, Grabungen oder Aufsammlungen machen will, um nicht in Conflict mit den Eigenthümern oder den Behörden zu kommen. Bei Höhlen, welche in Jagdgebieten liegen, ist auch auf die

Jagd Rücksicht zu nehmen, und jeder Lärm zu vermeiden, der das Wild beunruhigt. Zur Jagdsaison dürfte die Bewilligung zum Besuche solcher Höhlen überhaupt schwer zu erhalten sein. Auf eigenem Grund und Boden beschränken den Eigenthümer nur die allgemeinen sicherheitspolizeilichen Vorschriften, die überhaupt bei Arbeiten in Höhlen zu beobachten sind. So ist z. B. verboten: das Ablassen von Steinen oberhalb von Wegen und Triftbächen, das Sprengen in Höhlen, welche einsturzgefährlich sind u. dgl. Dinge, welche den in der Höhle Befindlichen, oder den daran Vorübergehenden, oder auch angrenzenden Besitzern Schaden bringen können.

Zeit des Besuches.

Für Beobachtungen in einzelnen Höhlen braucht man andauernd trockene Witterung. Dies gilt besonders von den Wasserhöhlen, die bei constantem, trockenem Wetter weit gefahrloser zu besuchen sind als bei drohendem Regen, der, wenn er losbricht, ein plötzliches Steigen des Wassers bewirken und die Situation der Forscher zu einer höchst gefährlichen machen kann. Andere Höhlen kann man aber wieder nur bei anhaltendem Regen mit Aussicht auf Erfolg durchforschen, weil das eindringende Sickerwasser allein einen Fingerzeig über die muthmaßliche Fortsetzung der Höhle geben kann, die — man kann fast sagen, mit Sicherheit — mit der Verschwindungsstelle des Wassers zusammenfällt. Dabei ist es maßgebend, ob sich das Wasser rasch verliert oder ob es mit minderer Geschwindigkeit verschlungen werden kann, als es zufließt, und daher Tümpel oder größere Bassins bildet. Hat man die Verschwindungsstelle gefunden, so genügt es oft, nur einen Felsblock zu entfernen, um weitere Räume aufzuschließen. Die Hinwegräumung von Hindernissen bewirkt mitunter eine bedeutende Veränderung in dem Aussehen einer Höhle. So hat in Folge einer Erweiterung der unpassirbaren Abflußröhre in der Taka-Katabothre durch den griechischen Ingenieur Herrn Sidéridès das später eingedrungene Hochwasser den massenhaften Schlamm fortgespült und die Höhle förmlich ausgescheuert. Die gleiche Beobachtung hat auch Herr Putick in den Baron Winkler-Höhlen gemacht, als durch die künstlichen Schachte die ersten Hochwässer eindringen konnten, welche alles lockere Material fortspülten.

Zu jenen Höhlen, die man zur trockenen Zeit recognosciren und zur Regenzeit wieder beobachten soll, gehören vorzüglich die seichteren Grotten, in denen es keine constanten Wasseransammlungen gibt, und in denen daher Communicationen mit tieferen Horizonten vermuthet werden dürfen, deren Entdeckung durch Beobachtung der Abflußstellen (in einzelnen Fällen) möglich sein dürfte. Zu diesen dürfte, um ein Beispiel anzuführen, die Bač-Grotte bei Basovizza (Istrien) gehören, deren Decke mehrfach Schlotbildungen zeigt und die daher für derlei Untersuchungen ganz geeignet ist. Die Stelle, wo das eindringende Regenwasser versinkt, ist derzeit noch nicht bekannt.

Es muß aber betont werden, daß in jeder Höhle, in der constante oder periodische Wasseransammlungen vorkommen, stets mit äußerster Vorsicht vorgegangen werden muß. Zum Mindesten muß ein Avisoposten an der Einstiegstelle sich befinden, um bei unvermuthetem Witterungsumschlage die in der Höhle Befindlichen

durch Zeichen rechtzeitig warnen zu können. Das von Martel bei der Höhlenforschung eingeführte Telephon mit isolirter Drahtleitung ist jedenfalls eine vortreffliche Sicherheitsvorrichtung. Bei den Arbeiten in der Poikhöhle (Piuka jama), wo der Arbeitsplatz 700 Meter vom Eingange sich befand und vier große Wasserbecken die Communication unterbrachen, half sich der Verfasser durch Aufstellung eines Pegels, dessen Stand fortwährend beobachtet wurde. Stieg das Wasser plötzlich im vierten See bis 60 Centimeter, so war dies ein Zeichen, daß der Rückzug schleunig angetreten werden mußte, und dies ereignete sich während der Dauer der Arbeiten mehrere Male; der Rückzug gelang aber stets rechtzeitig, ehe die Communicationen unterbrochen wurden.

Führer und Hilfspersonale.

Eine wichtige Frage bei der Höhlenforschung ist jene, ob ein geeignetes Hilfspersonal in der Umgebung zu beschaffen ist. Martel mußte zu seinem Leidwesen die weitere Verfolgung der Rjeka-Höhle in Montenegro deshalb aufgeben, weil er keine Träger für das Ausrüstungsmaterial erhielt. Eine solche Arbeit halten die kriegerischen Czernagorzen für entwürdigend. Vortreffliche Hilfsarbeiter besitzen die Triester Höhlenforscher, und das Gleiche gilt von den sehr gut geschulten Adelsberger Arbeitern. Ein Theil davon spricht ziemlich gut deutsch, die meisten jedoch nur slovenisch. Mehrere von den Adelsberger Arbeitern haben die Untersuchungen schon mitgemacht, welche Verfasser im Jahre 1885 dort angestellt hat, und sind später auch von Herrn Putick verwendet worden. Diese sind fast alle der deutschen Sprache so weit mächtig, um sich verständigen zu können. Die vom Vereine „Anthron" angestellten Fahrten haben ebenfalls viel zur Schulung des Personales beigetragen, welches derzeit zu dem besten zu rechnen ist. Nicht minder lobenswerth sind, wie gesagt, die Arbeiter in St. Canzian, von denen einige der deutschen, die meisten aber der italienischen Sprache etwas mächtig sind. In Mähren sind die Sprachschwierigkeiten ebenfalls ein nicht geringes Hinderniß, weil man nur auf einzelne Personen angewiesen ist, mit denen man sich zur Noth zu verständigen vermag, wenn man nicht czechisch versteht. In den deutschen Alpenländern ist wieder die Scheu vor den Höhlen die Ursache, daß man nicht überall ein genügendes Personal aufzutreiben vermag. In Gmunden und in Ischl ist es damit besser bestellt, wenn sich auch nicht Jeder dazu qualificirt. Am sichersten ist ein geeignetes Personal unter Bergleuten aufzutreiben, welche die Dunkelheit nicht schreckt. Sehr gut bewährte Begleiter in Höhlen sind mehrere unter den Dachsteinführern. In Goisern ist ein guter Höhlenführer der sogenannte „Patentschuster" oder „Lochschuster", Franz Neubacher, nach dem auch das „Schusterloch" benannt ist. In Frankreich hat Martel Schule gemacht und ein vortreffliches Personal herangebildet, welches aber nur die Landessprache spricht.

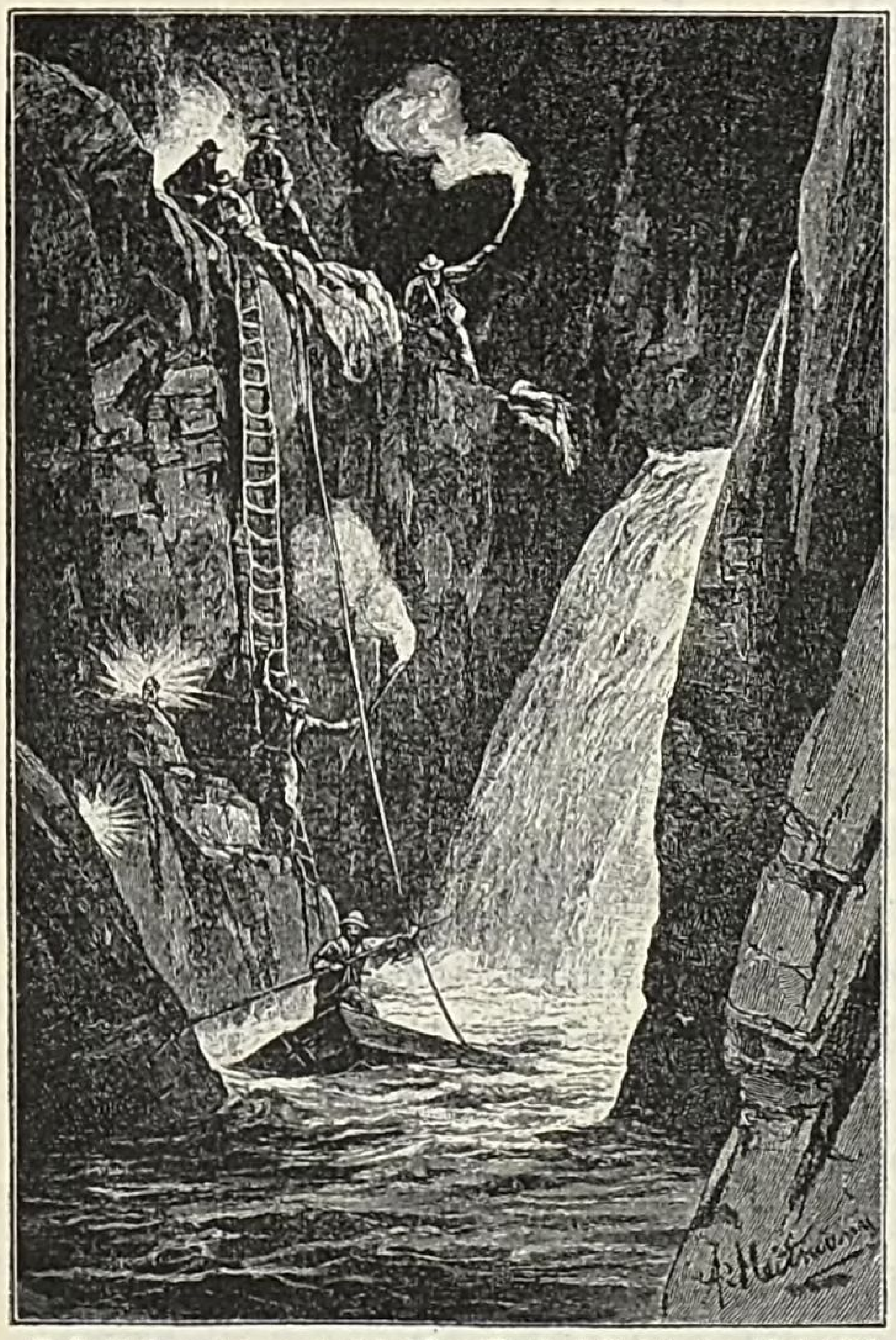
Bei gangbar gemachten und vielbesuchten Höhlen ist stets geeignetes Führerpersonal vorhanden, welches auch die für gewöhnlich nicht dem Publicum zugänglichen Nebenstrecken kennt. Alle Reisehandbücher geben an, wo man die betreffenden Führer findet. Für Anfänger in der Höhlenforschung sind derlei noch im Urzustande befindliche Nebenstrecken eine gute Schule, wenn sie dieselben unter guter Führung besuchen. Der Besuch der Nebenstrecken in der Adelsberger Grotte war früher dem Publicum

nicht gestattet. Derzeit ist dies aber erlaubt, und ist eine besondere Taxe dafür festgesetzt worden. Es gibt dort noch Stellen, deren Bewältigung eine große Kletterfertigkeit verlangt. Auch die oberen Höhlen in der großen Doline von St. Canzian sind nur für geübte Kletterer erreichbar.

Bei allen derartigen Excursionen soll man sich ortskundiger und höhlengewohnter Führer oder mindestens Begleiter bedienen. Das Alleingehen in Höhlen ist unbedingt zu verwerfen.

Befahren von Wasserhöhlen.

Wo es angeht sind Wasserhöhlen stets stromaufwärts zu befahren. Stromabwärts sieht man Wasserfälle oder Stromschnellen oft nicht eher, als bis die Strömung bereits das Boot erfaßt hat. Die Triester Höhlenforscher, denen man gewiß nicht Mangel an Muth vorwerfen darf, befolgen daher die Methode, in noch unerforschten Wasserhöhlen vorerst kleine Brettchen treiben zu lassen, auf denen Kerzenstümpfchen befestigt sind. Durch diese beobachten sie die Raschheit der Strömung, und erst dann wird ein Boot an einer langen Leine abgelassen, wenn die Lichtlein ruhig forttreiben. Dem Punkte ihres plötzlichen Verschwindens nähert man sich mit größter Vorsicht, denn das Verschwinden ist das Anzeichen eines Wasserfalles, über den das Boot langsam an Seilen hinabgelassen werden muß, um es unbeschädigt und für weitere Fahrt brauchbar zu erhalten. Wie ähnlich die Situationen in verschiedenen Höhlen werden können, zeigen die beiden Abbildungen der Ueberwindung von Wasserfällen in der Reka-Höhle (S. 264) und in der Höhle des Bonheur-Flusses (S. 47).



Erste Ueberwindung des sechsten Wasserfalles in der Rekahöhle.

Stromabwärts trifft man häufig Stellen an, wo ein weiteres Vordringen unmöglich ist (Syphons). Folgt man aber dem Wasserlaufe in entgegengesetzter Richtung, d. h. stromaufwärts, so kann es zwar vorkommen, daß man ebenfalls auf Syphons trifft, dieselben sind aber durch Abgrabung (oder Absprengung) der die Stauung verursachenden Barren zu bewältigen und die Decke kann wieder frei gemacht werden. Derlei Arbeiten erfordern jedoch viel Zeit und kommen oft sehr theuer zu stehen. Unter Umständen können sie aber unerläßlich werden.

Ueber die bei der Erforschung der Wasserhöhlen benützten Fahrzeuge wurde bereits früher berichtet. Stehen keine geeigneten Fahrzeuge zur Verfügung, so

muß man sich mit primitiven Flößen zu behelfen trachten. Uebrigens darf man Wasserhöhlen niemals bei Hochwasser durchforschen wollen. Wer keine Zeit hat, bei Niederwasser wieder zu kommen, der unterlasse lieber die ganze Fahrt, ehe er sich und seine Begleiter unberechenbaren Gefahren aussetzt. Desgleichen soll man den Versuch unterlassen, schwimmend vordringen zu wollen. Die Höhlenflüsse haben zumeist eine sehr niedere Temperatur, die bald ein Frostgefühl hervorruft. Weit kommt man auf diese Weise keinesfalls, und ohne Schaden für die Gesundheit laufen derlei Versuche selten ab, wenn man auch glücklich aus der Höhle wieder herauskommt.

Die beistehende Abbildung zeigt die Mündung der Wasserhöhle des Bonheur-Flusses (nach M a r t e l) mit dem Bramabiau genannten Wasserfalle. Das Innere der Höhle ist Seite 47 dargestellt. Die Geschichte der Erforschung dieser Wasserhöhle wäre ein prächtiger Vorwurf für einen Jules Verne'schen Roman, und doch ging



Schlucht des Wasserfalles „Bramabiau" in Südfrankreich.

Alles sehr natürlich zu, wie man es aus dem Werke „Les Cevennes" ersehen kann, in dem M a r t e l seine Versuche beschrieben hat, die Durchfahrt zu bewältigen, was ihm auch nach einem ersten vergeblichen Versuche stromaufwärts, von der oberen Einflußmündung aus, auch gelungen ist. Daß M a r t e l nicht übertreibt, geht aus den vorerwähnten Abbildungen Seite 47 und Seite 264 hervor, in denen sehr ähnliche Situationen dargestellt sind, von denen die eine von M a r t e l und die andere von den Triester Höhlenforschern aufgenommen worden ist.

Erforderliche Utensilien.

Dawkins empfiehlt (S. 343) nach seiner Erfahrung und nach jener der englischen Höhlenforscher Parker und Ayshford Sandfort die Mitnahme von:

1. einem Hammer von 300 Gramm Gewicht mit 50 Centimeter langem Stiel,
2. einem 25 Centimeter langen stählernen Meißel,
3. einem Compaß,
4. einem Thermometer,
5. einem Aneroid,
6. einem stählernen Bandmaße,
7. einer Abney'schen Patent-Setzwage zur Feststellung der Grundlinie für den Plan, sowie zur Ermittlung der Einfalls- und anderer Winkel;
8. einem mindestens 6 Meter langen Seile,
9. die Mitnahme von mindestens zwei Personen;
10. bei Wasserhöhlen eines Floßes aus Latten und leeren Fäßchen,
11. einer langen Stange für das Floß,
12. genügendes Beleuchtungsmaterial, und zwar am besten sogenannte gemischte Kerzen;
13. bei Knochen- oder prähistorischen Höhlen auch von genügenden Grabwerkzeugen.

Diese Liste enthält allerdings eine Reihe von brauchbaren Utensilien, jedoch hängt es stets von der Beschaffenheit der Höhle ab, welche davon in Verwendung zu kommen haben. Bei einzelnen Höhlen wird es sich herausstellen, daß die Liste nicht ausreicht, und das ist insbesondere bei Etagenhöhlen der Fall, bei denen es oft eines großen Apparates bedarf, um in größere Tiefen vordringen zu können. Bei derlei schwierigen Höhlenfahrten werden stets Recognoscirungen erforderlich sein, um zu ermessen, welche Ausrüstung man braucht. In der Hallerloch-Höhle in Oberösterreich genügte selbst die bei der zweiten Expedition in Verwendung gebrachte verstärkte Ausrüstung nicht, um auf den Grund hinab zu gelangen. Derselbe ist auch bis heute noch nicht erreicht worden. Angesichts der Kostspieligkeit der Hinaufschaffung der erforderlichen Ausrüstung auf das Hochgebirge dürfte diese bedeutende Höhle auch fernerhin unerforscht bleiben. Bei der ähnlich geformten Padrič-Grotte konnte die Ausrüstung leichter an Ort und Stelle geschafft werden, und darum ist ihre Erforschung auch gelungen. Läge sie irgendwo hoch oben am Gebirge, so wäre es zu bezweifeln, daß man ihre Erforschung überhaupt in Angriff genommen hätte.

Nachdem also im Vorhinein eine genaue Liste der mitzunehmenden Gegenstände nicht aufgestellt werden kann, so muß man sich darauf beschränken, das Unentbehrlichste anzuführen. Hierbei muß erinnert werden, daß zu dem Unentbehrlichsten vor Allem gehört, daß man zum Mindesten zwei Begleiter bei sich habe. Unentbehrlich ist ferner Notizbuch mit Bleistift, Bergcompaß (mit Klinometer), ein geologischer Hammer (mit Meißeltasche am Gurt zu tragen), ein Fläschchen mit weiter Oeffnung und mit gut schließendem Korkstöpsel, welches zu zwei Drittel mit gutem Spiritus gefüllt ist (zum Aufbewahren von Höhlenthieren), genügender Vorrath von Zündhölzchen und Stearinkerzen, sowie von Papier zum Verpacken von etwaigen Fundstücken. Bei Windhöhlen braucht jede Person noch überdies eine Taschenlaterne. Ein Seil ist bei Recognoscirungsfahrten in sogenannte „zahme Höhlen" wohl selten erforderlich, seine Mitnahme ist aber trotzdem zu empfehlen. Das Seil soll eine Tragfähigkeit von mindestens 3 Metercentnern haben und nicht kürzer als 10 Meter sein. Für Eis-

höhlen sind auch Steigeisen erforderlich. Ein Knäuel von dünnem Spagat und ein Metermaaß vervollständigen die sogenannte „kleine Ausrüstung", bei welcher ein Trinkbecher, etwas Proviant und irgend ein Stärkungsmittel (am besten guter Cognac) nicht fehlen darf.

Die „große Ausrüstung" hängt von der Beschaffenheit der zu erforschenden Höhle ab. Gelegentlich der Martel'schen Fahrt in den Magdalena-Schacht bei Adelsberg (der an einer fahrbaren Waldstraße liegt) wurde eine ganze Wagenladung von Ausrüstungsgegenständen dahin geschafft, von denen kein Stück entbehrlich war, weil die Form und die Tiefe des Schlundes schon bekannt war. Bei der Reka-Forschung hat sich nach und nach ein ganzes Arsenal in St. Canzian angehäuft, [1]) und außerdem liegen noch in Triest zahlreiche Ausrüstungsstücke, die bald da, bald dort gebraucht werden. Das Bedürfniß entscheidet über die Anschaffungen, und die Rücksicht auf die Schwierigkeit des Transportes voluminöser Gegenstände zwingt zur größtmöglichen Oekonomie. Leitern, Steigbäume u. dgl. müssen deshalb so leicht als möglich sein, ohne daß aber darum ihre Tragfähigkeit beeinträchtigt werden darf. Nur die besten Materialien dürfen verwendet werden. Sparsamkeit ist hier nicht am Platze.

Die Strickleiter ist ein wichtiger Behelf bei der Erforschung von Schlünden oder von Etagenhöhlen. Bei letzteren sind jedoch feste Feuerwehrleitern vorzuziehen, wo die Abstürze nicht allzu tief sind. Die Strickleiter soll nicht zu weite Sprossen haben, und ist es stets rathsam, daß jeder Absteigende noch an einem Sicherheitsseile befestigt werde, welches von mindestens zwei Mann zu halten ist. Die Befestigung der Strickleiter muß mit großer Sorgfalt vorgenommen werden, damit durch die Schwingungen derselben nicht etwa Steine losgelöst werden. Ueberhaupt muß der Leiter der Expedition sein Augenmerk besonders auf den zu befürchtenden Nachfall richten. Auch das Sicherheitsseil darf nicht über scharfe Felskanten laufen. Niemals darf mehr als eine Person die Strickleiter betreten. Sehr zu empfehlen ist es, daß die Strickleiter vom zuerst Abgestiegenen am Grunde gut befestigt und angespannt werde, um ein Drehen zu verhindern und die starken Schwankungen zu vermindern. Die schwerste Aufgabe hat stets der zuerst Absteigende und der zuletzt Aufsteigende, weil in beiden Fällen die Strickleiter frei schweben muß. Das Klettern auf der freischwebenden Strickleiter erfordert eine gewisse Uebung, bleibt aber stets eine anstrengende und unangenehme Sache.

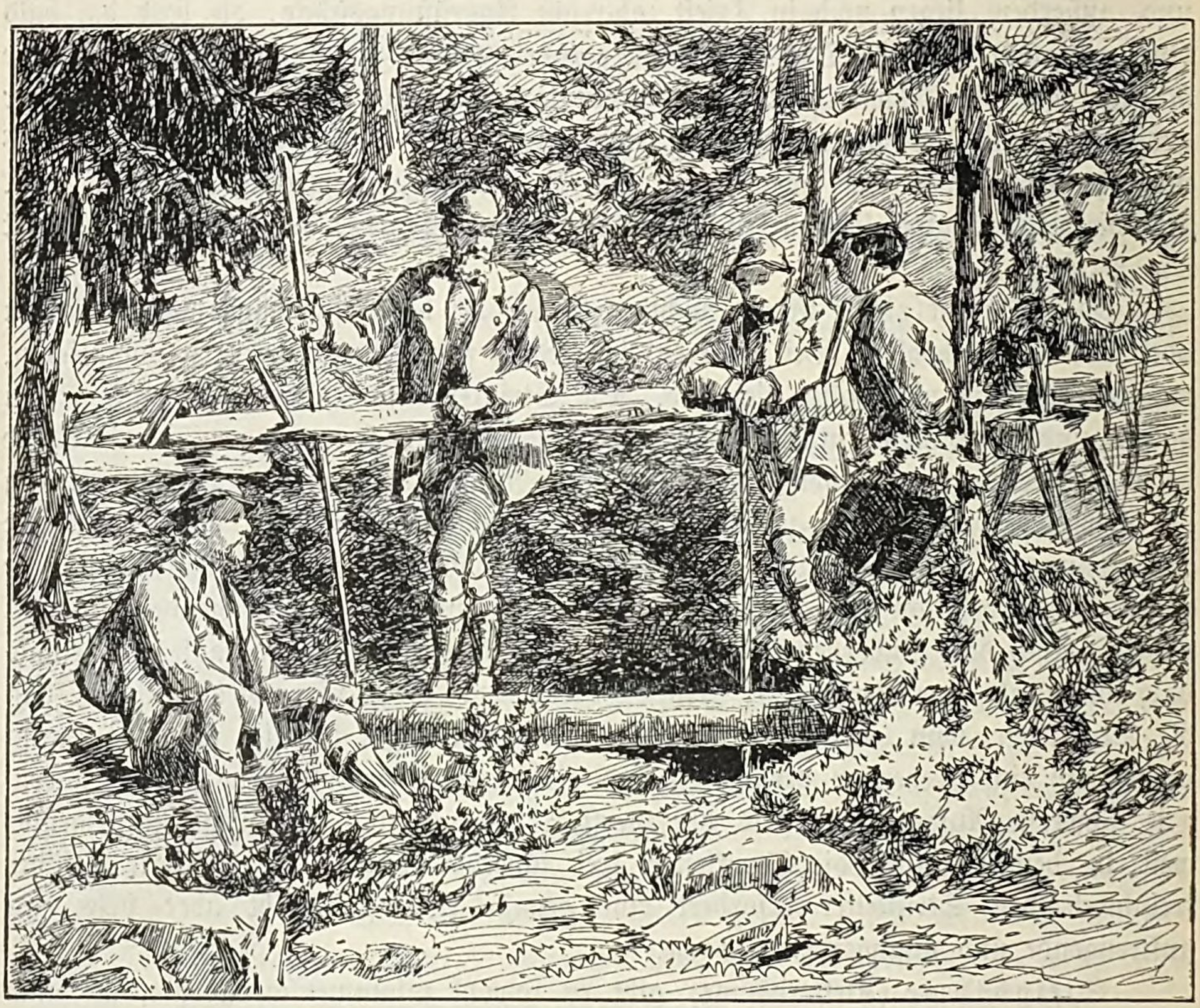
Steigbäume (Kletterbäume) gibt es sowohl zusammenschraubbare, als auch ganz primitive, die nur auf die Weise hergestellt werden, daß ein dünner Fichtenstamm gefällt und die Aeste so abgekappt werden, daß 15 Centimeter lange Stümpfchen davon am Stamme übrig bleiben. Sie dienen als Surrogate für Leitern. Die zusammenschraubbaren Steigbäume werden nur dort mit Vortheil angewendet, wo man in Folge der Form längere Leitern oder Steigbäume nicht hineinzuschaffen vermag. Die meisten bestehenden Systeme leiden an dem Uebelstande, daß die einzelnen Stücke viel zu schwer sind. Die Stahlsprossen fallen übrigens leicht heraus und gehen dabei häufig verloren. Es gibt aber Umstände, wo man sich keines anderen Mittels bedienen kann, um über gewisse unerkletterbare Wandstellen hinauf oder hinab zu gelangen. Wo zusammensetzbare Leitern verwendet werden können, sind sie den Steigbäumen vorzuziehen.

[1]) Siehe die Abbildung S. 252.

Abseilen.

Bei der Erforschung von Schlünden, in denen die Strickleitern nicht mehr ausreichen, ist das Abseilen das einzige Mittel, um auf den Grund zu gelangen. Hierbei ist vor Allem darauf zu achten, daß das Seil möglichst frei schwebe und ja nicht über irgend eine Felskante laufe. Die Winden sind daher mit Rücksicht auf die Form des Schlundes so aufzustellen, wie dies die nachstehende Abbildung zeigt Das Seil muß stets im Centrum des hohlen Raumes laufen!

Wo es an Zeit mangelt, um eine Winde zu bauen, kann man sich auch mit dem sogenannten „Kreuzlegen" behelfen. Ein in der Nähe stehender Baum wird

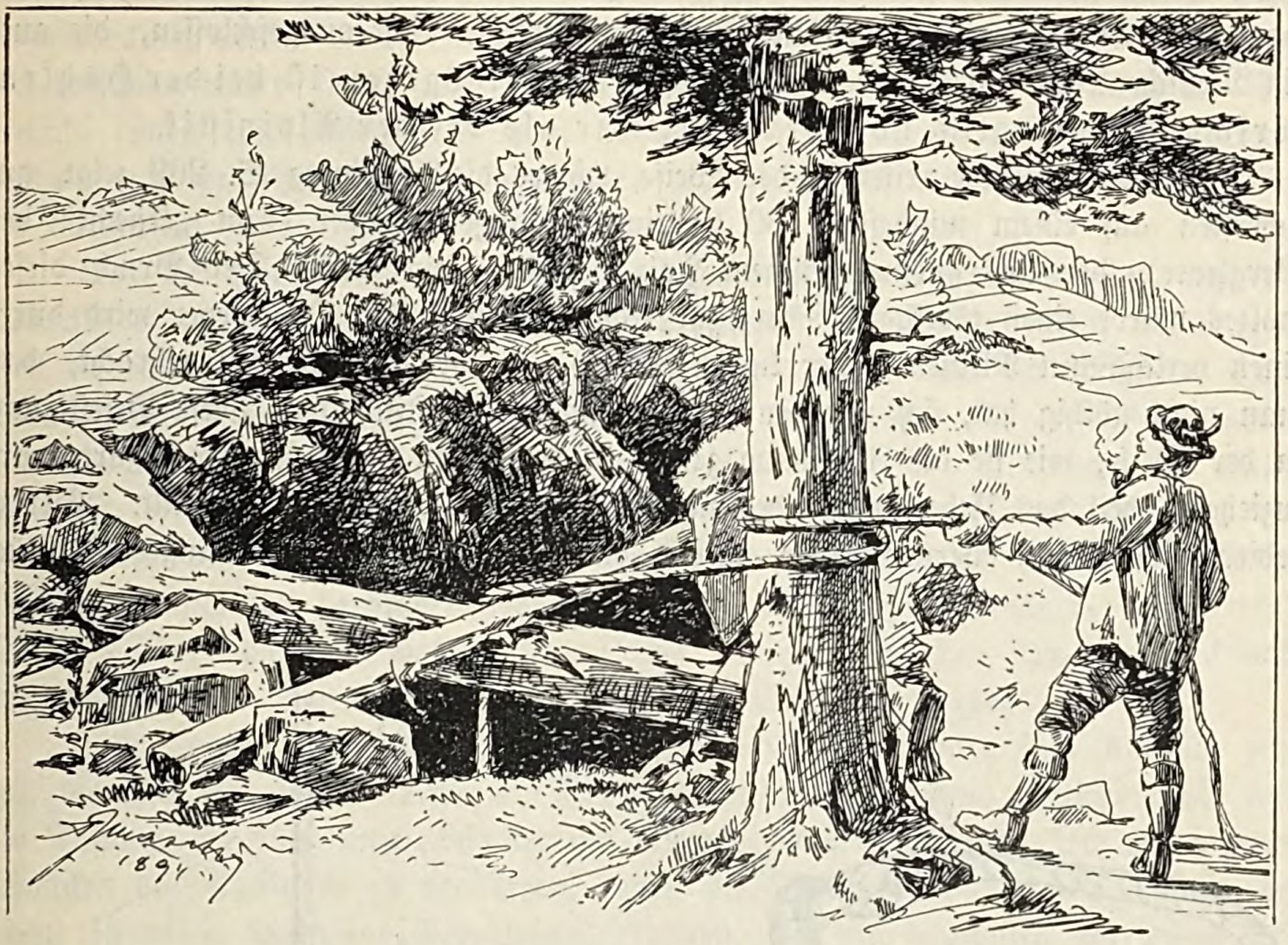


Das Abseilen in das Schusterloch bei Goisern, nach einer Zeichnung von A. D. Golz.

gefällt, entrindet und in zwei Stücke zerschnitten (oder abgehackt). Ueber dieses Kreuz (siehe Abbildung S. 269) steigt der Abzuseilende hinüber und schwebt dann frei über der Oeffnung, deren Wände das Seil nirgends berühren darf, wenn das Kreuz richtig gelegt ist. Um das lästige Drehen zu vermindern, kann man sich einer langen Stange bedienen, die etwas schräg über den Rücken befestigt wird. Eine starke Durchfeuchtung des Seiles thut ebenfalls gute Dienste, weil es sich im durchfeuchteten Zustande weniger leicht aufdreht.

Sehr wichtig ist es, daß eine verläßliche Person das Commando beim Abseilen führe; denn außer der Gefahr des Reibens des Seiles besteht noch die ebenso große Gefahr darin, daß durch leichtfertiges Gebaren vom Rande des Schlundes Steine abstürzen können, welche den im Schlunde Befindlichen tödtliche Verletzungen zufügen

können. Etwa innerhalb des Schlundes befindliche lockere Stücke, deren Nachfall zu befürchten ist, hat der zuerst Abzuseilende während der Fahrt in die Tiefe loszulösen.



Das Kreuzlegen am Wetterloche nächst der Schartenalpe bei Goisern.

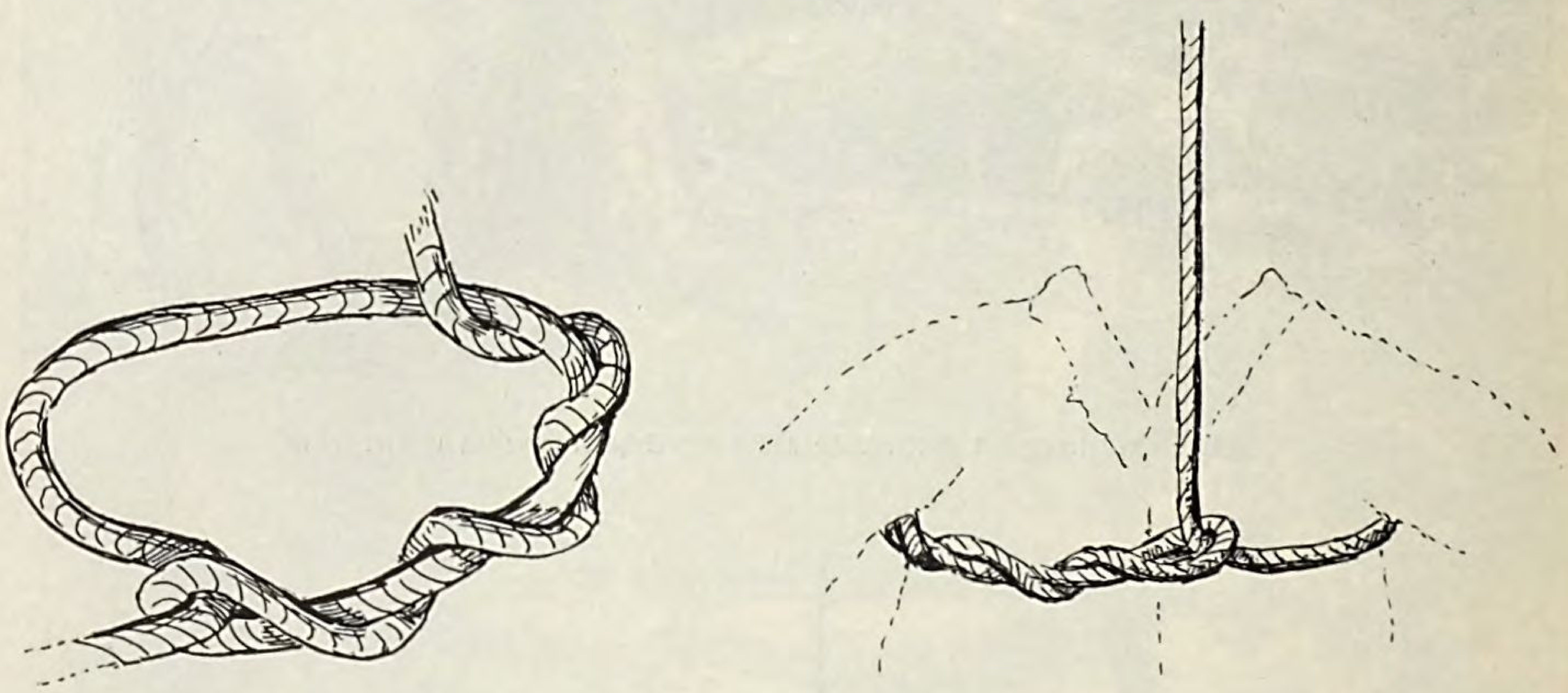


Das Abseilen auf dem „Knecht".

Das Abseilen selbst muß in langsamem Tempo erfolgen. Um einen Mann abzulassen, braucht man **mindestens** drei starke Männer zum Seilhalten.

Alle diese Vorschriften sind erprobt, allein es muß doch der Umsicht des Leiters überlassen bleiben, ob damit schon genügende Sicherheit geschaffen sei. Ein Leiter muß aber vorhanden sein! Wo ein Jeder das Commando führen will, und wo daher keine Disciplin herrscht, sind Unglücksfälle nicht ausgeschlossen, die auch ein Menschenleben kosten können. Wildes Darauflosgehen ist bei der Höhlenforschung womöglich noch verwerflicher als bei der Alpinistik.

Der Abzuseilende reitet in der Weise, wie es die Abbildung S. 269 zeigt, am sichersten auf einem mindestens 60 Centimeter langen Knebel (dem „Knecht" der Bergleute), der aus gutem, frischem Holz gefertigt sein muß. Der Bruch dieses Holzes würde einen tödtlichen Sturz zur Folge haben. Der Oberkörper wird durch einen verläßlichen Riemen (oder kurzen Strick) so sehr an das Seil gebracht, daß man nicht nöthig hat, sich mit den Händen am Seile festzuhalten. Diese Befestigung in der Weise, wie sie die Abbildung zeigt, ist derjenigen durch Feuerwehrgurte vorzuziehen, weil das Uebergewicht des nicht befestigten Oberkörpers wegfällt. Putick bedient sich hohler, eiserner Ringe, welche durch ein circa 1 Meter langes Seilstück



Der Zimmermannsknoten.

verbunden sind. Durch jeden Ring wird ein Bein gesteckt, und das Hauptseil wird in der Mitte des Verbindungsstückes fest angeknüpft. Der Mann wird übrigens auch noch in vorbesprochener Weise am Oberkörper an das Seil befestigt. Auf diese Weise ist ein Abgleiten unmöglich, welches beim Knebel bei Stößen gegen die Wände vorkommen kann. Auf die Befestigung des Knebels ist große Sorgfalt zu verwenden. Beim Abseilen über nicht zu hohe Etagen kann man des Knebels entrathen, und schlingt sich das Seil in der Weise um, wie es die Zimmerleute oder Dachdecker zu thun pflegen. Diese Umschlingung nennt man den Zimmermannsknoten (siehe die vorstehende Abbildung).

Kleidung.

In Höhlen von größerer Ausdehnung gibt es nur dann merkliche Temperaturschwankungen, wenn sie eine starke Ventilation besitzen. Im anderen Falle herrscht (Eishöhlen oder Warmlufthöhlen ausgenommen) die der Höhenlage angemessene mittlere Jahrestemperatur. Die Kleidung muß daher der Höhlentemperatur angepaßt

werden, und nachdem man sich in nicht gangbar gemachten Höhlen häufig arg beschmutzt, so empfiehlt sich das Mitnehmen von Ueberkleidern aus Segelleinen, wie sie die Fabriksarbeiter zu tragen pflegen. Ein leichtes Halstuch soll nicht fehlen. Als Kopfbedeckung nehme man eine Kappe aus starkem Filz, in die man ein oder zwei Reserveschnupftücher steckt, um etwaige Stöße gegen die Decke zu mildern. Die Schuhe sollen gut passen und nicht genagelt sein. Röhrenstiefel sind in feuchten Höhlen recht praktisch, schützen aber nicht vor Feuchtigkeit bei tieferen Wasserbecken, die durchwatet werden müssen.

Vor der Höhle kühle man sich bei warmer Witterung gut ab und lege die Ueberkleider an. Handelt es sich um Erforschungen von Wasserhöhlen, die längere Zeit erfordern, so gibt es Kleidungen, die vor Feuchtigkeit sehr gut schützen. Diese sind für jene Arbeiter eigens eingerichtet, welche Reparaturen an den Wasserbauten von Fabriksanlagen zu machen haben. Sie bestehen aus einer Hemdhose aus Kautschukstoff, die am Halse zusammengezogen wird und sind so wasserundurchlässig, daß man stundenlang bis über die Hüften im Wasser arbeiten kann. Fest anschließende Kautschukmanschetten verhindern das Eindringen des Wassers auch in die Aermel. Derlei Kleider, die aber wollene Unterkleider bedingen, werden von der Kautschukwaarenfabrik von Paget & Comp. in Wien auf Bestellung erzeugt.

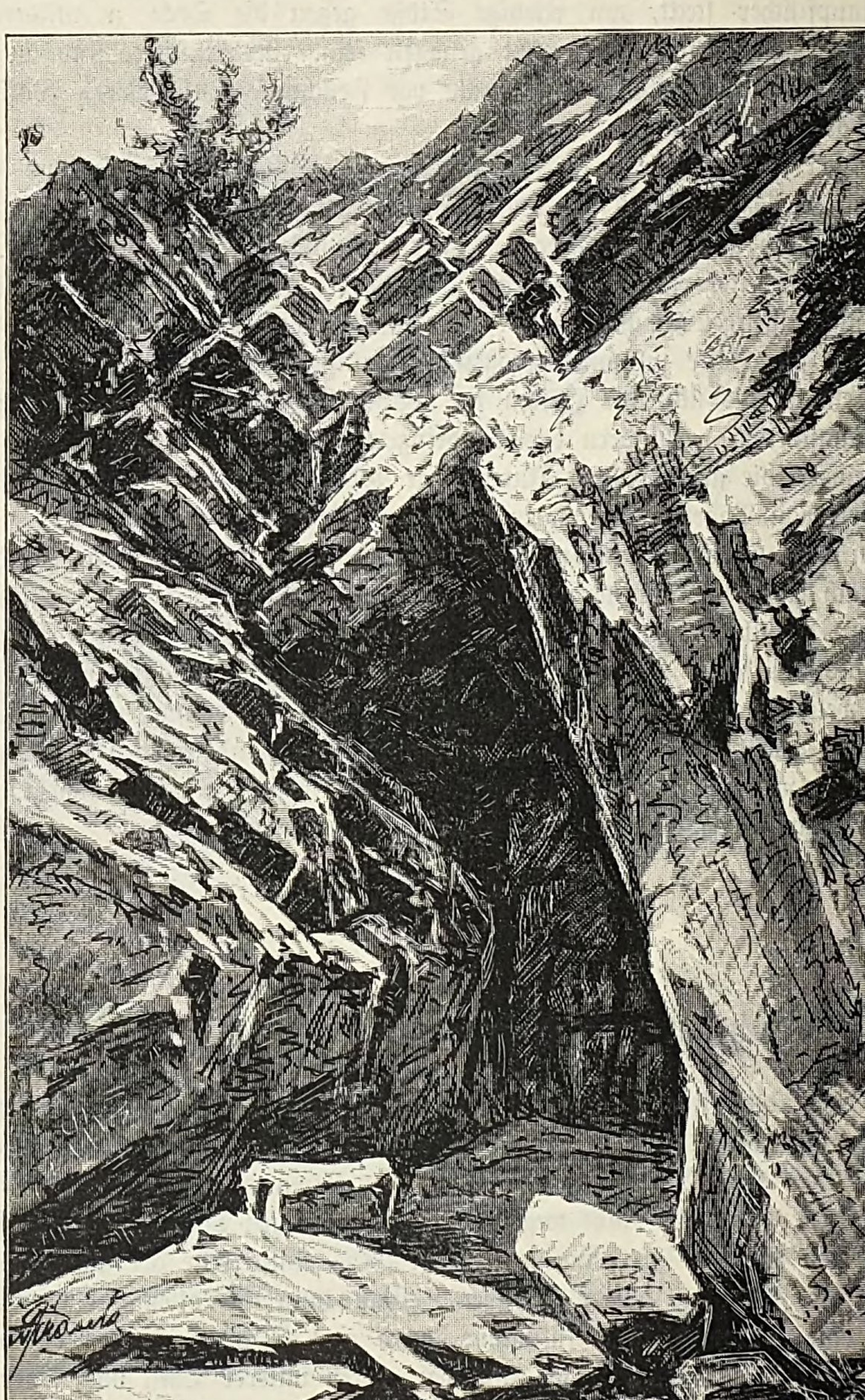
Zum Tragen von Mundvorrath, Kerzen und Instrumenten sind Rucksäcke sehr gut, die nach Art der Tornister am Rücken getragen werden und weniger lästig sind als Taschen, die über einer Schulter am Riemen hängen. Um das stets zeitraubende Abpacken des Rucksackes zu vermeiden, sollen die Kleider möglichst viele Taschen besitzen, in welche man jene Gegenstände vertheilt, die am häufigsten zur Hand sein müssen. Man gewöhne sich aber daran, bestimmte Gegenstände stets in derselben Tasche zu verwahren, weil mit dem fortwährenden Suchen viel Zeit verloren geht. Werthsachen soll man überhaupt nicht mitnehmen.

Zeichnen und Photographiren in Höhlen.

Ein gewandter Zeichner wird in Höhlen gegenüber dem Photographen stets den Vortheil voraus haben, daß er auf jedem beliebigen Standpunkte eine Skizze anfertigen kann, wo der Photograph entweder seinen Apparat gar nicht aufstellen kann, oder wo er der zu großen Nähe wegen nur einen geringen Theil des aufzunehmenden Bildes in sein Objectiv zu bringen vermag. Die Naturtreue der Photographie ist aber durch die Zeichnung nie zu erreichen. Man kann sich allenfalls damit helfen, daß man eine photographische Aufnahme durch eine Bleistiftzeichnung ergänzt, wie dies bei der Abbildung S. 272 der Fall war, deren unterer Theil nach einer Photographie angefertigt wurde, während der obere Theil durch Handzeichnung nach der Natur nachgetragen worden ist.

Das Photographiren in Höhlen erfordert eine Uebung selbst für gewandte Photographen. In neuerer Zeit hat man zwar die sogenannten Magnesiumblitzlampen erfunden, allein dieselben vermehren doch in unliebsamer Weise die mitzutragenden Effecten. Darum bedient sich Herr Dellapina (ein Amateurphotograph in Krems) des sogenannten Weißfeuers in Pulverform, mit dem er ganz verwend-

bare Aufnahmen zu Stande brachte. Das Weißfeuer hat aber den Uebelstand großer Rauchentwicklung. Zur Zeit, als Dr. Kříž seine ersten Aufnahmen in den mährischen Höhlen machte, kannte man die Blitzlampen noch nicht, und er mußte sich elektrischen Lichtes bedienen, welches er mit Hilfe von 60 Bunsenelementen erzeugte. Derzeit be-



Schusterluke im Kremsthale.

dient er sich jedoch ebenfalls des Blitzlichtes, sowie Professor Müller in Braunschweig, der die Photographien aus der Hermannshöhle bei Rübeland aufgenommen hat, welche dem mehrerwähnten Werke über diese Höhle (in einem Atlas) im Lichtdruck reproducirt beigegeben sind. In diesem Buche findet man auch eine Anleitung

zum Photographiren in Höhlen. Für Höhlenphotographen wird auch die Abhandlung von Dr. Kříž recht interessant sein, in welcher er seine ersten Versuche schildert. Dieselbe ist enthalten in den „Mittheilungen der Section für Höhlenkunde", Wien 1883, Nr. 2, S. 3 ff. Ueber Magnesiumlampen und Blitzlicht-Photographien enthalten übrigens die sämmtlichen letzteren Jahrgänge der Zeitschrift „Photographische Correspondenz" (Organ der Photographischen Gesellschaft in Wien, des Vereines zur Pflege der Photographie und verwandter Künste in Frankfurt a. M. und des schweizerischen Photographen-Vereines, Wien und Leipzig, bei H. Vogel) zahlreiche Aufsätze, aus denen man die nöthigen Anweisungen für die Behandlung der verschiedenen Lampensysteme u. dgl. entnehmen kann.

Die Photographien von Sebastianutti & Benque in Triest und jene von Schäber in Adelsberg, welche in diesem Buche reproducirt sind, wurden mit Blitzlicht aufgenommen.

In den Lehrbüchern der Photographie wird ein Unterschied zwischen Blitzlicht und Pustlicht gemacht. Als Blitzlicht wäre demnach jenes der Blitzlampen nicht zu betrachten, sondern als Pustlicht, weil mit Hilfe eines Kautschukballons das Magnesiumpulver durch eine Spiritusflamme geblasen wird. Als wirkliches Blitzlicht gilt nur jenes von Stoffen, welche unter großer Lichtentfaltung durch Anzünden (mit einer Lunte oder Zündschnur) verpuffen. Zur Bereitung derartiger Blitzpulver gibt es viele Recepte. Eine von Gädicke und Miethe erfundene Mischung besteht aus:

30 Gramm chlorsaurem Kali in Pulver,
15 „ Magnesiumpulver und
5 „ Schwefelantimon-Pulver.

Diese Mischung ist ungemein explosiv und verpufft in $^1/_{40}$ Minute. Man muß daher sehr vorsichtig bei der Bereitung derselben vorgehen, damit keine Explosion erfolge. Verwahrt wird das fertige Blitzpulver in Glasbehältern mit weiter Oeffnung (sogenannten Opodeldocgläsern), die mit Korkstöpsel verschlossen sind, um beim Verschließen jede Reibung möglichst zu vermindern.

Eine andere, von Eder erfundene Zusammenstellung besteht aus:

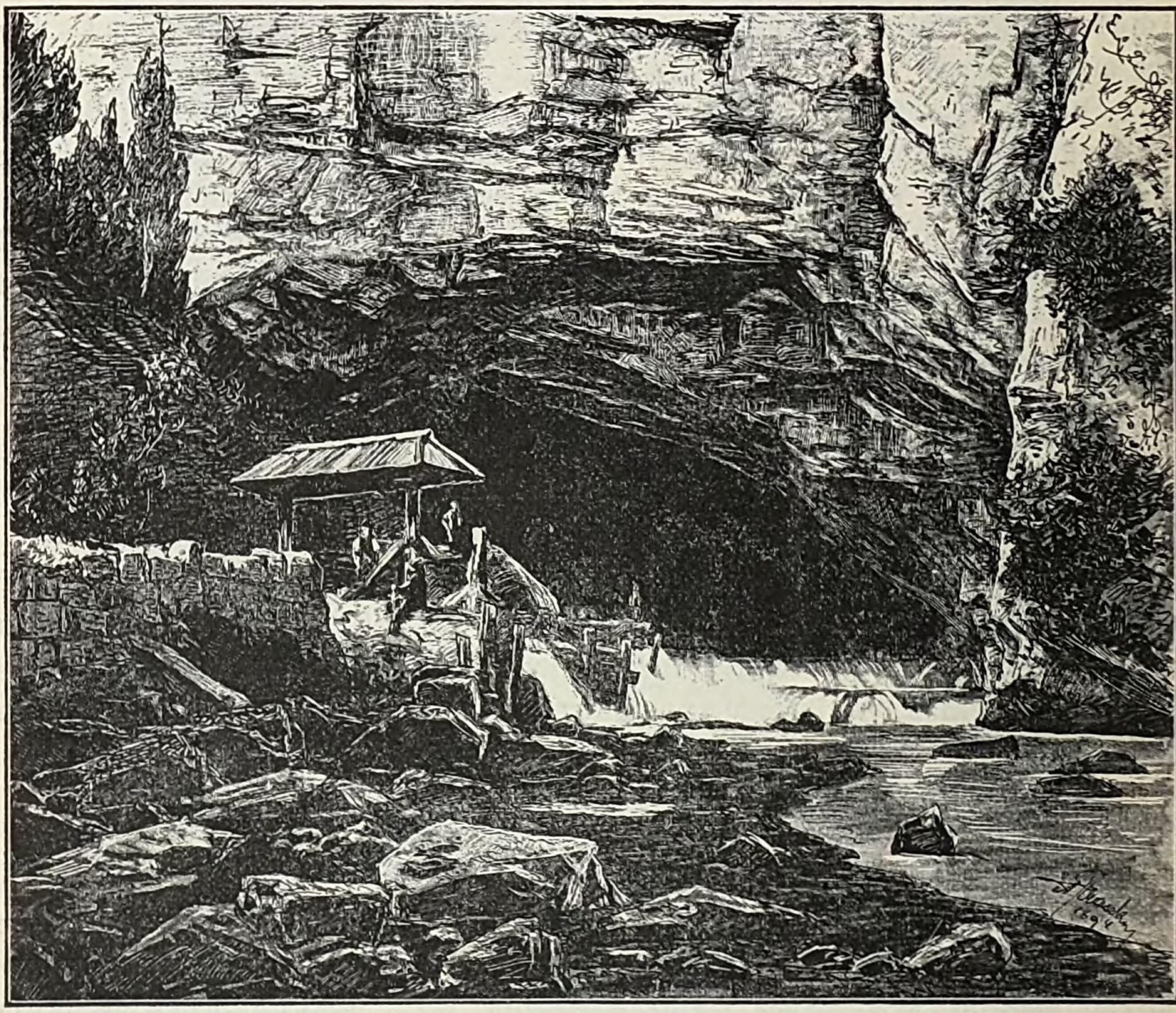
10 Gramm gepulvertem übermangansauren Kali,
10 „ Magnesiumpulver.

Diese Mischung soll den Vortheil geringerer Rauchentwicklung haben. Alle derartigen Blitzpulvermischungen werden auf einer Blechplatte abgebrannt, die bequem im Tornister unterzubringen ist, der den Apparat enthält. Verfasser hat in der Krausgrotte mit diesem Blitzpulver einige Versuche gemacht, und nach mehreren mißlungenen Aufnahmen ein ganz gutes Bild erhalten. Bei den mißlungenen war die verwendete Dosis zu schwach im Verhältnisse zum Raume gewesen, der zu beleuchten war. Bei 1 Meter Distanz und weißem Objecte genügte die selbe Dosis (die bei dunklerem Objecte und größerer Distanz nur schwache Contouren geliefert hatte), um ein scharfes Bild zu erhalten. Eine genaue Angabe der zu verwendenden Dosis ist daher nicht zu machen, weil ihre Größe von der Distanz und der Farbe des zu photographirenden Objectes abhängt. Das oben angegebene Quantum dürfte für ein Distanzbild, oder für zwei nahe Aufnahmen genügen. Dieses Blitzpulver ist nicht rauchlos, sondern nur rauchschwach. Auch geruchlos verbrennt es nicht. Vor der Verwendung füllt man eine Dosis auf ein Stück trockenen Seidenpapieres, dessen Enden man aufbiegt, und mit einer Kerze anzündet. Beim Verpuffen sprüht ein Theil des unverbrannten Magnesiumpulvers

über einen Meter weit weg, weshalb Vorsicht geboten ist. Bei Anwendung von Reflectoren erzielt man eine größere Lichtwirkung.

Von Blitzlampen gibt es viele Systeme. Fast jeder Preiscourant von Bedarfsartikeln für Photographen enthält deren neue. Eine vollständige Ausnützung der Blitzmischung findet aber selbst bei den selbstexplodirenden Blitzpulvern nicht statt.

Als Format für Photographien (sowie für Handzeichnungen) ist jenes der Cabinetsbilder, circa 10 × 15 Centimeter, zu empfehlen, weil sich dieses für Reproductionen am besten eignet, genügende Details enthält, und mit leichter transportablen Apparaten hergestellt werden kann. Apparate für Quartbilder können in kleineren oder engeren Höhlen oft gar nicht in Verwendung kommen. Kleines Format (Visit)



Mündung der Kleinhäusler-Grotte im Planinathale.

drängt das Bild zu sehr zusammen und die Details verlieren sich. Für Vergrößerungen ist aber eine kleine Originalaufnahme sehr praktisch. Für directe Reproduction werden daher die Aufnahmen von Amateuren, die sich ganz kleiner Apparate aus Bequemlichkeitsrücksichten bedienen, nicht immer geeignet sein, wenn auch die Bilder an und für sich als gelungen bezeichnet werden dürfen. Man darf nicht vergessen, daß unsere modernen Reproductionsverfahren eine Reduction bedingen, und daß die Deutlichkeit durch dieselbe beeinträchtigt wird.[1])

[1]) Die Abbildungen S. 182 und S. 183 von C. Dellapina sind mit einem kleinem Handapparate (ohne Statif) in der Originalgröße von 9 : 12 Centimeter aufgenommen, und genügen vollkommen für die Anfertigung von Cliché's im kleinen Maßstabe. Die Abbildung auf S. 279

Im vorliegenden Buche sind mehrere Illustrationen enthalten, welche direct von der Photographie entnommen worden sind. Andere Bilder mußten jedoch umgezeichnet werden, wie z. B. die Tropfsteingruppe aus der Brunnengrotte (S. 82), welche wegen Mangel an einem geeigneten Standpunkte nicht zur Gänze aufnehmbar ist. Das Bild mußte daher aus mehreren Detailaufnahmen combinirt werden. Ein combinirtes Bild ist auch, wie erwähnt, jenes der Schusterluke (S. 272), deren unterer Theil photographisch aufgenommen werden konnte, während der obere Theil durch Handzeichnung ergänzt werden mußte. Trotzdem ist dieses Bild nicht ganz correct, denn man ersieht daraus nicht, daß die Höhle mitten in einer hohen Wand liegt, weil nicht einmal für den Zeichner ein geeigneter Standpunkt vorhanden ist, um dies zu veranschaulichen. Der einzige Standpunkt liegt am Ende der hohen Leiter, über welche man zur Mündung emporklettert, und dieser ist viel zu nahe, um die Felswand ober der Höhle anders als in großer Verkürzung sehen zu können.



Ausblick von der Thorsteinhöhle auf den Hochschwab.

Es ist auffallend, daß Künstler die Höhlen so selten als Motive für Bilder wählen, trotzdem zahlreiche effectvolle Studien zu machen wären. Der Rieger'sche Bildercyklus aus den Rekahöhlen hat seinerzeit Aufsehen in allen Kunstausstellungen erregt wegen der prachtvollen Lichteffecte, die durchaus nicht übertrieben, sondern der Natur getreu nachgebildet waren. Trotzdem hat Rieger keine Nachahmer gefunden. Nur der blauen Grotte auf Capri begegnet man etwas häufiger in Kunstausstellungen. Die vielen anderen, allerdings weit weniger bekannten Höhlen, die sich für künstlerische Zwecke eignen würden, sind in Künstlerkreisen nicht bekannt. Die beistehende Abbildung der Kleinhäuslerhöhle bei Planina ist wohl der beste Beweis dafür, daß es auch in Krain Punkte gibt, die an malerischer Wirkung mit alpinen Motiven den Vergleich aushalten. Auch der Ausblick aus der Höhle im großen Thorsteine zwischen Gams und Wildalpen mit dem geisterhaften, bleigrauen Felshaupte des Hochschwab

von C. Schmidt in Nürnberg hat im Originale 18 Centimeter Breite auf 26 Centimeter Höhe Die Tuschzeichnung der Brunnengrotte von Sanct Canzian (S. 82) mißt 19 Centimeter Breite auf 32 Centimeter Höhe.

im Hintergrunde verdiente wohl eine künstlerische Behandlung[1]) in Farben. Das Gleiche ist der Fall bei den Höhlenschlößern, insbesondere bei jenem von Lueg (S. 172).

Wenn auch nicht anzunehmen ist, daß dieses Buch in Künstlerkreisen viele Leser finden wird, so werden doch die wenigen Künstler, denen es in die Hände kommt, an den zahlreichen, mitunter ungemein malerischen Abbildungen ersehen, daß auch die Höhlen dankbare Motive enthalten, die, in Farben ausgeführt, sehr effectvolle Bilder liefern würden.

Höhlenpläne.

Sehr wichtig ist es, nach der ersten Recognoscirung sofort zur Anfertigung eines Planes zu schreiten. Die Triester Höhlenforscher pflegen dies gleich bei der ersten Expedition zu thun, wenn dieselbe genügend vorbereitet ist. Man lernt sich dadurch nicht nur in der Höhle selbst orientiren, sondern man kann auch — was heute noch nicht allgemein geglaubt wird — mit Hilfe des Planes den Zusammenhang gewisser oberirdischer Erscheinungen ermitteln, welche über die Natur von Unterbrechungen in der Höhle oder über muthmaßliche Fortsetzungen Aufschluß geben können. Wem kein Meßinstrument zu Gebote steht, der kann mit Hilfe eines größeren Compasses mit Klynometer und einer Meßschnur ganz brauchbare Aufnahmen machen. Wer aber damit nicht umzugehen versteht, wird wohl leicht einen Gefährten finden, der ihm dieses in schwer begehbaren Höhlen ziemlich lästige Geschäft besorgt. Wie wichtig der Vergleich des oberirdischen Terrains mit dem Verlaufe der darunter liegenden Höhlen ist, wird eine spätere Zeit noch lehren. Heute ist es verfrüht, dies zu betonen — es glauben es ja doch nur die Wenigsten, selbst unter den Höhlenforschern von Beruf.

Der beigegebene Plan der Kačna jama (Schlangen-Grotte) bei Divacca, eine letzte Arbeit des verdienstvollen Höhlenforschers Bergrath Hanke in Triest, zeigt jedoch, daß man sich mit Hilfe einer genauen Aufnahme auch oberirdisch über den Verlauf einer Höhle zu orientiren und die oberirdischen Erscheinungen mit der Höhle selbst in Bezug zu bringen vermag, wenn ihr Verlauf oberirdisch durch Zeichen ersichtlich gemacht wird, wie dies bei der Reka-Höhle der Fall ist, und bei der Adelsberger Grotte längst beabsichtigt, aber bisher noch nicht ausgeführt wurde.

Weganlagen.

Die Anlegung von provisorischen Communicationen ist bei Höhlen, die schwierig zu befahren oder von großer Ausdehnung sind, sehr häufig erforderlich. Die vollständige Erforschung der Wasserhöhle des Reka-Flusses bis zum Syphon an ihrem derzeitigen Ende wäre nie gelungen ohne jene Weganlagen, welche den Transport der

[1]) Die Abbildung ist nach einer Bleistiftskizze des Verfassers vom Illustrator dieses Buches, Herrn Jirasek, gezeichnet.

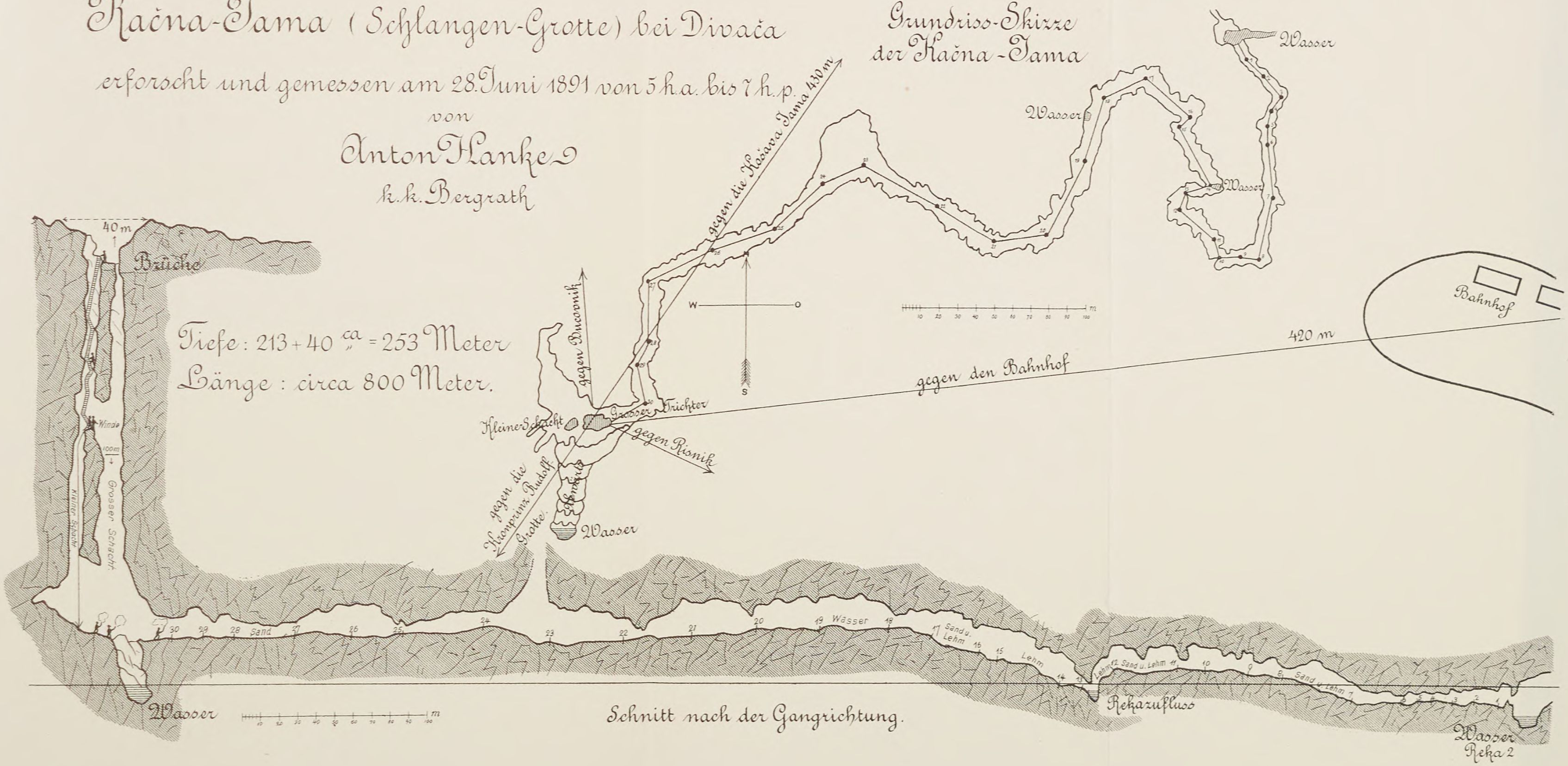
Kačna-Jama (Schlangen-Grotte) bei Divača

erforscht und gemessen am 28. Juni 1891 von 5 h.a. bis 7 h.p.

von

Anton Hanke

k.k. Bergrath



nöthigen Ausrüstung erleichterten, und die jedesmalige Ueberwindung der zahlreichen Wasserfälle entbehrlich gemacht haben.[1]) Auch ist durch derlei Wege ein rascher Rückzug bei drohender Gefahr möglich. Ohne Weganlagen ist das Vordringen eine schwierige und zeitraubende Arbeit. So z. B. erforderte das Vordringen bis zum Arbeitsplatze in der Piuka jama zwei Stunden Zeit und der Rückweg ebensoviel, bevor die provisorischen Wege gemacht und die unterirdischen Bassins mit Schiffen besetzt waren, während später dafür eine halbe Stunde genügte. In Wasserhöhlen ist die Möglichkeit eines raschen Rückzuges oft von entscheidender Wichtigkeit für die Sicherheit der Erforscher und des sie begleitenden Arbeiterpersonales; darum ist Sparsamkeit übel



Vierter See in der Piuka jama, mit dem Eingange in die Louisenhalle.

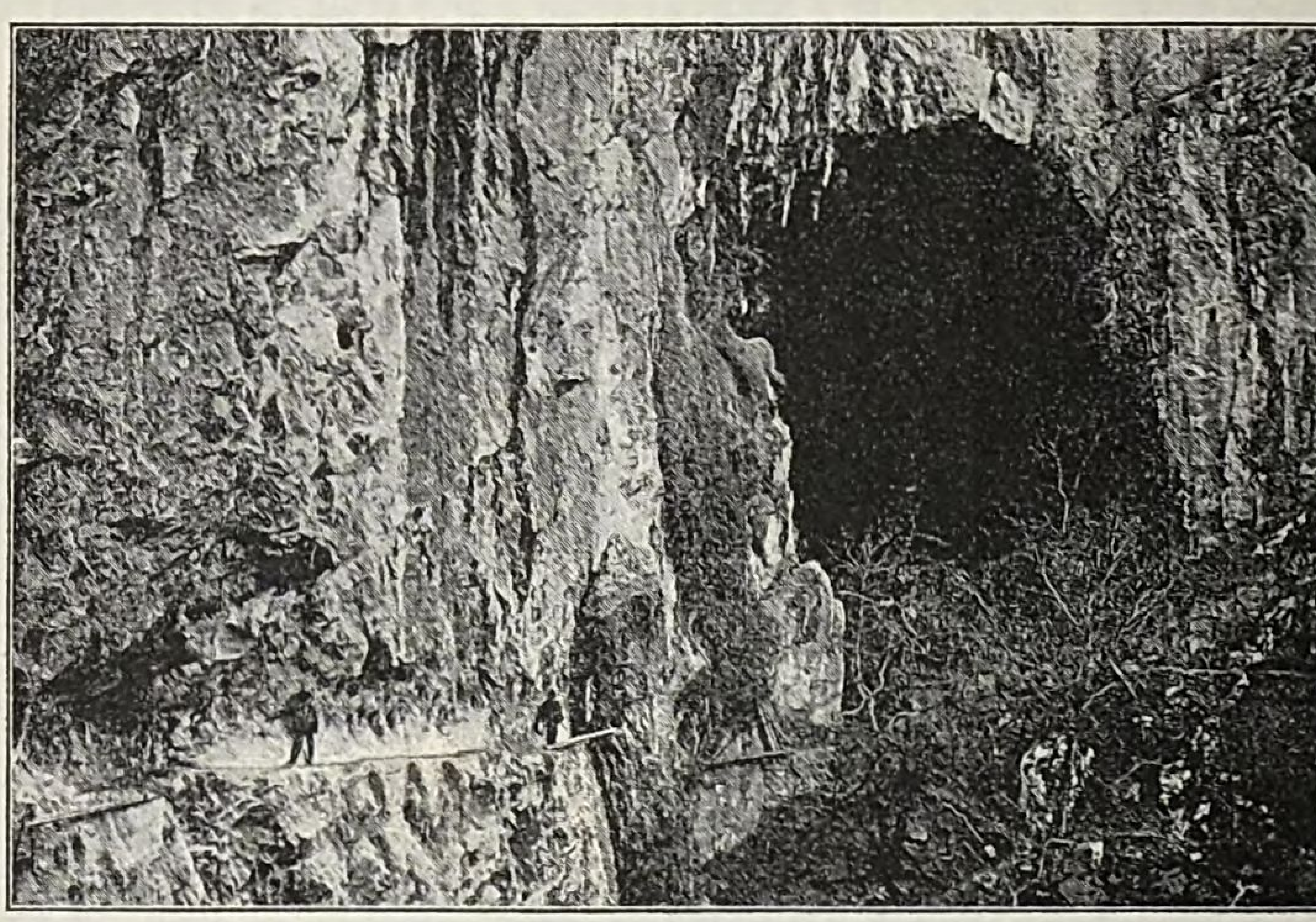
angebracht, wo es sich nicht nur um das eigene Leben, sondern auch um jenes Anderer handeln kann.

Auch Martel und seine Genossen haben den Tindoul de la Vayssière durch eine eiserne Treppenanlage gangbar gemacht, die vom Hauptmitarbeiter, dem Ingenieur Herrn Gaupilat, erbaut wurde. Der Schlund, der zur Piuka jama hinabführt, erhielt 1885 ebenfalls eine Treppenanlage, die aber nur provisorischen Charakter hatte und aus Holz gebaut war. Sie wurde 1893 von der Adelsberger Grottenverwaltung wieder in Stand gesetzt und — sowie überhaupt der ganze Zugang zur Höhle — wesentlich verbessert. Die erste Untersuchung der Kačna jama hat gelehrt,

[1]) Diese ersten Weganlagen halten freilich keinen Vergleich aus mit jenen, die man dort heute findet. Für die Forschungszwecke genügten sie aber vollkommen.

daß man ohne den Einbau von eisernen Leitern diesen über 200 Meter tiefen Schlund wohl kaum eingehend wird erforschen können, weil das Abseilen der Mannschaft und der Ausrüstung so viel Zeit raubt, daß in einem Tage gar nicht viel geleistet werden kann. Ein Uebernachten in der Höhle ist aus Sicherheits- und aus Gesundheitsrücksichten nicht anzurathen.

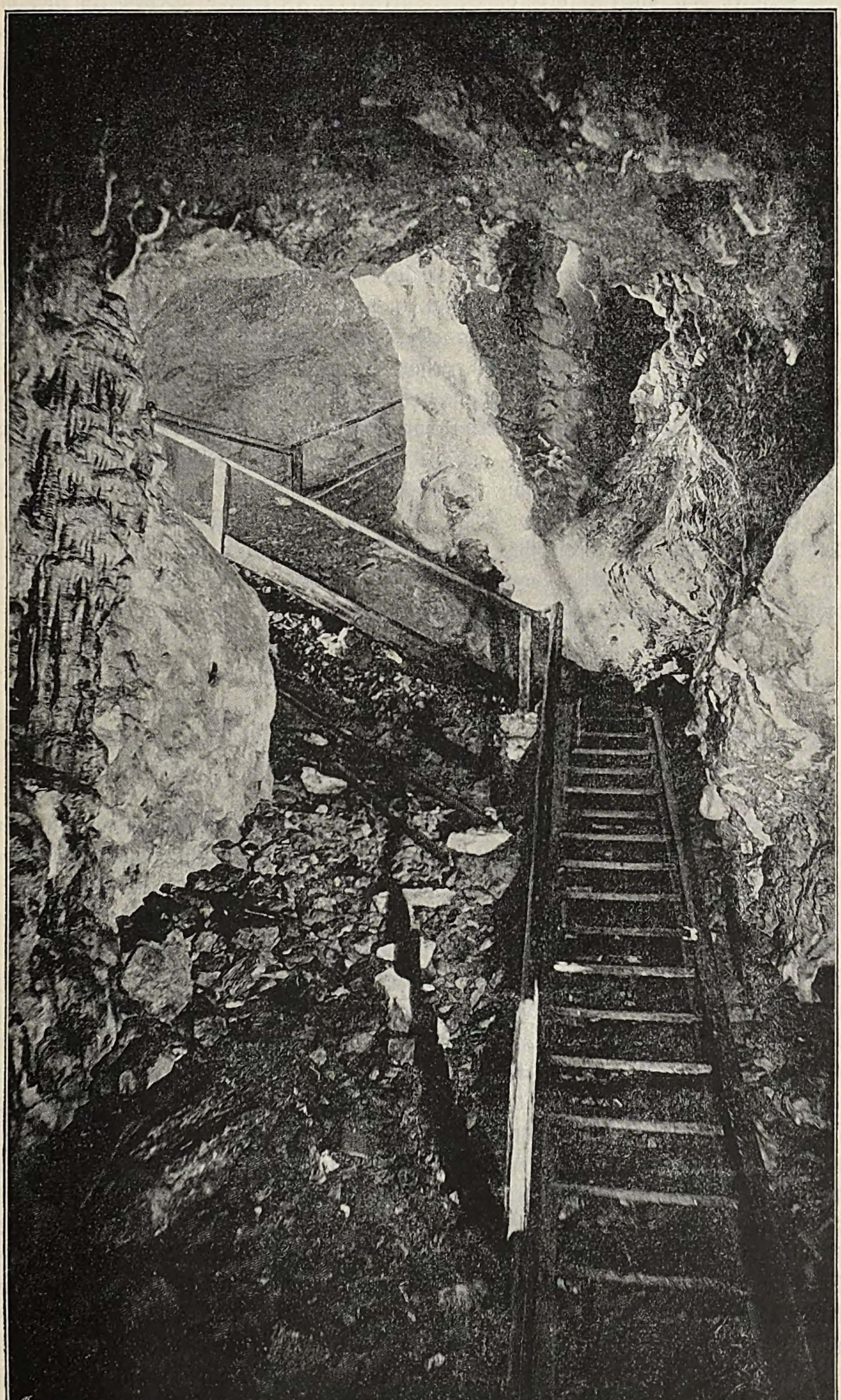
Zum Glücke sind aber nicht alle Höhlen so schwierig zu befahren. Wo einige mitgebrachte Holzleitern genügen, wird man keine stabilen Einbauten machen. In einzelnen Höhlen werden sie aber unerläßlich bleiben. So z. B. in der Lindner-Höhle bei Trebič, wo die Anlage von Lindner derzeit von der Società delle alpe Giulie mit nicht unbedeutenden Kosten in Stand erhalten wird. Trotz der hierdurch wesentlich erleichterten Communication ist die Erforschung dieser Höhle seit Jahren nicht vorwärts geschritten, und dies wohl aus dem Grunde, weil das nöthige Abzapfen des Sees am Grunde die Mittel der Gesellschaft übersteigt. Ohne daß die Blöcke, welche die Stauung hervorrufen, entfernt werden, ist es ganz aussichtslos, in der Wasserhöhle



Hanke-Weg und Schmidlgrotte.

selbst vordringen zu können. Die Tiefe der erforderlichen Cunette kann auf etwa 2 Meter geschätzt werden. Möglicherweise genügt schon 1 Meter, um den Oberlauf des Höhlenflusses frei zu bekommen, wie dies in der Piuka jama der Fall war, wo durch eine künstliche Senkung des Spiegels im letzten See die Decke 15 Centimeter aus dem Wasser emportauchte. Durch Sprengung an dieser Stelle wurde eine 2 Meter hohe (bei Niederwasser) Einfahrt in die „Louisenhalle" geschaffen (s. S. 277).

Handelt es sich aber um bleibende Weganlagen, so ist vor Allem zu empfehlen, mit thunlichster Schonung vorzugehen und die Rücksicht auf die Merkwürdigkeiten, welche die Grotte enthält, jener auf die Bequemlichkeit des Publicums voranzustellen. In der Adelsberger Grotte ist dies früher nicht geschehen, und viele schöne Gebilde wurden geopfert, um Raum zu schaffen. Zum Glücke blieb noch genug davon übrig, um die Schaulust des Publicums zu befriedigen. Vom einstigen Charakter der Adelsberger Grotte erhält man erst einen Begriff, wenn man die wilderen Seitengänge besucht. Die Art der Gangbarmachung der dem Publicum eröffneten Theile ist sowohl in der Adelsberger Grotte als auch in vielen anderen gangbar gemachten Höhlen



Maximilian-Höhle bei Krottensee in Bayern.

und Grotten eine allen Anforderungen entsprechende. Besonders lobenswerth sind die Weganlagen in den Reka-Höhlen, welche unter den größten Schwierigkeiten den Felsen abgerungen wurden, und die durchaus mit eisernen Geländern versehen sind, wie aus den Abbildungen S. 253, 254 u. 255, zu ersehen ist. Die Rollbahn in der Adelsberger Grotte, bei der die Wagen durch Menschen geschoben werden, dürfte in Europa die einzige Vertreterin moderner Communicationsmittel sein. In Amerika fährt man in bequemen Wagen 17 Kilometer weit in die „große Krystall-Höhle" hinein. Zu Wagen wird man freilich nur eine geringe Kenntniß der Eigenthümlichkeiten einer Höhle erhalten, aber bequem ist die Sache jedenfalls.

Aus manchen in diesem Buche enthaltenen Abbildungen ist die Art und Weise ersichtlich, wie in Höhlen Wege angelegt zu werden pflegen (siehe die Abbildungen S. 251). Es befinden sich darunter provisorische (sogenannte Rettungswege) und auch definitive Anlagen. Zu den ersteren gehört weiters der durch die Felsen führende Pazze-Rettungsweg in der großen Doline von St. Canzian, der vom Publicum niemals benützt wurde, sich aber bei den Erforschungsarbeiten als sehr nützlich erwiesen hat. Sehr gelungene Weganlagen zeigt auch die Abbildung aus der Maximilian-Höhle bei Krottensee in Bayern (S. 279) die auch deshalb interessant ist, weil aus diesem Bilde die Pfeilerbildung durch Erosion von zwei Klüften, die nahe aneinander liegen, deutlich erkennbar ist. Man sieht hier im Kleinen denselben Vorgang, der sich in anderen Höhlen im Großen vollzieht, wo die Pfeiler oft 100 Meter und darüber breit und von Gängen umschlossen sind.

Sprengarbeiten.

Sprengungen sind in Höhlen in vielen Fällen erforderlich, sollten aber nur im Beisein und unter Aufsicht von technisch gebildeten Personen unternommen werden. Dieselben sind jedoch nicht immer zur Hand, und man muß sich — wenn man nicht vorzieht, dieselben ganz zu unterlassen — oft der Hilfe von einfachen Bergknappen, von Steinbrucharbeitern und dergleichen in Sprengarbeiten erfahrenen Leuten bedienen. Bei der Schwierigkeit, sich heute Sprengmittel zu verschaffen, wird es ohnedies nicht leicht sein, ohne Mitwirkung von Fachleuten Sprengungen vorzunehmen. Dessenungeachtet dürfte es am Platze sein, einige Winke hier einzuschieben: Große Blöcke, welche eine Knochen führende Schichte überlagern und wegen ihres Gewichtes auf andere Weise nicht zu entfernen sind, dürfen nur mit sehr schwachen Schüssen gesprengt werden (besonders bei Anwendung von Dynamit), um zu arge Beschädigungen der unter dem Blocke befindlichen Gegenstände zu vermeiden. Sprengpulver zertrümmert weniger, macht aber keine so bedeutende Wirkung. Auch ein schwacher Schuß kann das Gefüge des Blockes schon soweit erschüttern, daß man denselben mit Hilfe der Rennstange vollends zertrümmern kann. Die Arbeiter trachten stets, durch kräftige Schüsse eine starke Zertrümmerung herbeizuführen; das darf jedoch der Leiter der Ausgrabungen nur dort gestatten, wo keine Fundstücke unter dem zu entfernenden Blocke vermuthet werden können.

Handelt es sich um Erweiterung enger Passagen (Schlupfe), so ist stets auf die Stellung der Gesteinsschichten zu achten. Je steiler die Schichten einfallen, desto

schwieriger und gefährlicher wird das Abräumen. Bei horizontalen oder schwach geneigten Schichten von dickbankigen Kalken ist das Sprengen ungefährlich in Bezug auf die Möglichkeit von Nachbrüchen; bei dünnbankigen greift die Zertrümmerung sehr weit und ist das Sprengen weit gefährlicher. Selbst erprobte Techniker werden es sich überlegen, ob sie in steilaufgerichteten, dünnbankigen Schichten Sprengungen wagen dürfen. Das Gleiche gilt von verbrochenen Gängen, deren Ausräumung, wenn sie nöthig werden sollte, mit äußerster Vorsicht vorgenommen werden muß. Größere Blöcke in denselben sind durch Untergraben zu beseitigen, so daß sie die Passage nicht mehr hindern. Sprengungen sind aber zu unterlassen, besonders wo die Bruchspuren neu sind.

Techniker, welche in Bergwerken oder in Tunnels gearbeitet haben, werden wohl einer Anleitung nicht bedürfen. Wer aber mit unterirdischen Sprengarbeiten nicht vertraut ist, dem mögen sie vielleicht gefährlicher erscheinen, als sie wirklich sind, und darum sind die vorstehenden Andeutungen auch am Platze, die ein Resultat der praktischen Erfahrungen sind, welche der Verfasser Gelegenheit hatte, sich bei vielen Gelegenheiten zu erwerben, wo Sprengungen in Höhlen vorgenommen wurden.

Meliorationsarbeiten.

Die in nationalökonomischer Hinsicht wichtigste Anwendung der Höhlenforschung kommt bei den Meliorationsarbeiten in solchen Kesselthälern vor, welche häufig durch Ueberschwemmungen heimgesucht werden, oder bei denen die Gefahr besteht, daß sie durch Verschlechterung ihrer Abzugswege in Seebecken verwandelt werden können. Letztere Gefahr besteht übrigens bei allen Thälern, deren Gewässer ausschließlich auf unterirdischem Wege abfließen, denn die Abzugshöhlen sind fast stets nicht durchwegs begehbar und Störungen, die durch Einschwemmung oder Deckenbruch hervorgerufen werden und sich an unzugänglichen Stellen befinden, sind nicht leicht zu beseitigen. Darum ist vor Allem anzustreben, derlei Drainagehöhlen in ihrem ganzen Verlaufe passirbar zu machen oder zu erhalten.

In solchen Kesselthälern, wo die Mündungen der jedenfalls bestehenden Abzugshöhlen nicht sichtbar sind, deuten enge, wasserschlingende Spalten oder Saugtrichtergruppen ihre Lage an. Das Arbeiten stromabwärts führt stets auf Stauwasserbecken, die dem weiteren Vordringen ein Ende machen. Derlei Arbeiten sind aber trotzdem nicht überflüssig, denn sie vermehren den Druck der einfließenden Wassersäule und demzufolge auch ihre Erosionskraft.

Gelingt die Auffindung der Abzugshöhlen vom Thale aus nicht, so kann man versuchen, durch die dem Thalrande zunächst gelegenen Erosionsschlünde den unterirdischen Wasserlauf aufzusuchen. Ist auch dies erfolglos, so muß von der jenseitigen Wasseraustrittsstelle aus vorgedrungen werden. Ohne eine Tieferlegung der Sohle geht es bei niederen Austrittsstellen selten ab. Je weiter vom Thalrande man sich entfernen muß, desto kostspieliger werden die Arbeiten; am sichersten und am wenigsten gefährlich sind die Arbeiten an der Ausflußstelle. Diese ist aber nicht überall bekannt. Wo darüber Zweifel herrschen, muß man sich vorher Gewißheit verschaffen. Die Methoden hierfür sind: gleichzeitige Pegelbeobachtungen auf der Einflußstelle und

auf der muthmaßlichen Austrittsstelle, Färbungen u. dgl. Mittel, die jedem Techniker bekannt sind, und die daher nicht weiter erörtert zu werden brauchen, weil nur Fachleute derlei Arbeiten unternehmen werden.

Das Vordringen von den Quellenmündungen aus (stromaufwärts) hat den Vortheil, daß alle jene Hindernisse, welche Stauungen nach oben erzeugen (Felsbarren oder Wälle von zusammengeschobenen und mit Lehm verkitteten Blöcken, Deckenbrüche, eingeschwemmte und verkeilte Hölzer ꝛc.) von unten her leicht entfernt werden können. Der leitende Techniker darf selbstverständlich die gebotene Vorsicht nicht außer Acht lassen, größere Staubassins nur langsam zu entleeren und die Vergrößerung des Querschnittes der Ausflußhöhle so weit vorzunehmen, daß auch bei plötzlichem Steigen des Wassers der Rückzug möglich bleibe.

Die Aufstellung von Pegeln, die Verwendung von Telephonen, optischen Signalen und anderer ähnlicher Vorrichtungen, um vor nahenden Gefahren zu warnen, muß dem leitenden Techniker überlassen bleiben, weil die Auswahl unter den Sicherheitsvorrichtungen von den jeweiligen Umständen abhängt. Im Gebrauche der Wasserhöhlen versagt das Telephon, gerade wenn Hochwasser eintritt, weil man die Töne nicht mehr zu unterscheiden vermag. In solchen Höhlen wird man sich elektrischer Läutapparate oder optischer Signale bedienen müssen, die ja auch untereinander elektrisch verbunden werden können.

Jeder größeren Arbeit muß eine genaue Terrainbegehung vorangehen, bei welcher die Linie des muthmaßlichen Verlaufes der Abzugshöhle mit allen auf derselben bemerkbaren Oberflächen-Erscheinungen in großem Maßstabe kartographisch zu verzeichnen ist. Für die Deutung der Oberflächen-Erscheinungen geben die vorstehenden Capitel reichliche Anhaltspunkte. Insbesondere sind die offenen Erosionsschlünde zu untersuchen. Martel hat durch dieselben schon fünf unterirdische Wasserläufe entdeckt, und auch die Abzugshöhle im Ratschnathale wurde durch eine schlundförmige, schrägabfallende Höhle vom Plateaurande aus gefunden.

Für den Fall, daß Techniker sich von erfahrenen Collegen Rath einholen wollen, kann auf folgende Herren hingewiesen werden, die sich mit einschlägigen Arbeiten bereits beschäftigt haben. Es sind dies: Herr W. Putick, k. k. Forstcommissär und die Herren Landesingenieure Hrasky und Klinar. Alle drei wohnen in Laibach. Ferner Herr Jos. Riedel, Civilingenieur in Wien und Herr E. Gaupillat, Ingenieur in Paris (ein Cousin des Herrn Martel und dessen eifrigster Mitarbeiter). Endlich der Ingenieur Herr Sidéridès in Athen und die technischen Beamten der Bauunternehmung Pochet am Kopaïssee.

Theoretische Anleitungen für Meliorationstechniker, welche mit Höhlenflüssen zu thun bekommen, finden sich in den meisten Lehrbüchern für Hydrotechnik. Die Geschichte des Emissars des Fucinersees dürfte in keinem derartigen Werke fehlen. Als ein ebenso großartiges Werk, welches jedoch weit rascher vollendet worden ist, kann das Emissar des Kopaïssees in Griechenland betrachtet werden. In beiden Fällen handelt es sich aber um künstliche Wasserstollen. Die Arbeiten in Krain unterscheiden sich daher von diesen wesentlich, denn in Krain sind es die natürlichen Höhlen, deren Mündungen verlegt waren, die zur Ableitung der Hochwässer benützt worden sind.

Hierauf hingewiesen zu haben, darf sich Verfasser wohl als Verdienst anrechnen. Daß es überhaupt zu größeren Arbeiten kam, erforderte eine beharrliche Agitation und persönliche Opfer an Zeit, Geld und Arbeit. Die Versuchsarbeiten vom Jahre

1885 in der Poikhöhle, welche mit Hilfe von Subventionen in etwas größerem Maßstabe ausgeführt werden konnten, dauerten fünf Wochen. Ihr Resultat war gering, allein die Methode des Vorgehens konnte doch erprobt werden und dies genügte, um die Aufmerksamkeit der maßgebenden Personen zu erregen, welche die Durchführung des Programmes bewirkten, welches Verfasser für die sämmtlichen Kesselthäler von Innerkrain entworfen hatte. Dasselbe wurde in Druck gelegt und dient noch heute als Basis für die Arbeiten. Daß dieselben durch den Staat fortgeführt werden, verdankt das Land dem k. k. Ackerbauminister Graf Julius Falkenhayn, und dies erklärt wohl zur Genüge, daß demselben das vorliegende Buch gewidmet ist.

Der Beginn der Agitation für die Entwässerung der Kesselthäler von Krain mit Hilfe der Wiederherstellung der unterbrochenen unterirdischen Abflußwege datirt seit dem Jahre 1881. Der mehrerwähnte Bericht von Hofrath v. Hauer ist wohl das beste Zeugniß, daß schon 1882 die Frage die Fachkreise beschäftigt hat, obwohl die Uebernahme der Arbeiten durch den Staat erst 1886 erfolgte. Der Minister betraute den Forsttechniker Herrn Wilhelm Putick mit der Durchführung der Arbeiten und es ist nicht zu wundern, daß sich derselbe innerhalb der seither verflossenen acht Jahre eine bedeutende Routine erworben hat. Seine wesentlichste Arbeit sind die künstlichen Katabothren im Planinathale. Die vom Verfasser stets patronisirte Schleuse an der Karlovca-Höhle im Zirknitzerthale befindet sich noch im Stadium des Projectes, trotzdem dieses Werk das wichtigste im gesammten Arbeitsprogramme wäre, denn erst nach dessen Fertigstellung kann an die Ausräumung dieser wirksamsten aller Zirknitzer Katabothren gegangen werden, ohne befürchten zu müssen, die Verhältnisse in den tiefer liegenden Thälern zu verschlechtern. Welche Ursachen die Schuld an der Verzögerung haben, ist Verfasser nicht bekannt.

Die Arbeiten im Planinathale haben auch dazu angeeifert, nach dem gleichen Principe ähnliche Arbeiten in anderen Kesselthälern zu unternehmen. Der damalige Landespräsident von Krain, Baron Winkler, entsendete den Landesingenieur, Herrn J. V. Hrasky, in das Račnathal, welches alljährlich wiederholt überschwemmt worden war. Diesem gelang es, mit ganz geringem Geldaufwande eine dauernde Besserung herbeizuführen. Sein Emissar ist eine natürliche Höhle, deren Mündung nur unter Gehängeschutt verborgen lag. Die wiedereröffnete Communication ist durch Mauerwerk versichert und führt in schräger Richtung bergeinwärts, während die Putick'schen Katabothren senkrechte, künstlich ausgesprengte Schachte von 20 Meter Tiefe sind, die in natürliche Höhlen führen (Baron Winkler-Höhlen). Die beiden Arbeiten gleichen sich daher keineswegs und verdienen die Aufmerksamkeit aller Hydrotechniker, weil jede ihre besonderen Eigenthümlichkeiten besitzt. Nach einer Schablone können derartige Arbeiten überhaupt nicht ausgeführt werden. Sehr interessant ist auch eine andere Aufgabe, welche Herrn Putick gestellt wurde. Diese besteht darin, daß er eine außer Function getretene Katabothre, durch welche der Čepič-See einst abgeflossen ist, wieder in Function setzen soll. Diese Angelegenheit befindet sich noch im Stadium der Versuchsarbeiten.

Weitere Arbeiten, bei denen Hochwässer durch bekannte oder neu zu erschließende Höhlen abgeleitet werden sollen, wurden in den Kesselthälern von Reifnitz und von Gottschee begonnen, und auch für andere Kesselthäler stehen Meliorationsprojecte in Aussicht, nachdem die Ersprießlichkeit dieser höchst eigenthümlichen Arbeiten durch den im Račnathale erzielten Erfolg glänzend erwiesen ist. Wem man es aber verdankt, daß die Arbeiten überhaupt begonnen worden sind, das ist heute bereits wieder ver-

gessen worden, wie es die Budgetdebatte des heurigen Jahres gezeigt hat, in welcher die Dringlichkeit der Fortsetzung der Entwässerungsarbeiten betont, das Verdienst aber, das Project verfaßt zu haben, einer anderen Person zugeschrieben wurde, die sich um die Ausführung allerdings bedeutende Verdienste erworben hat.

Außer in den Karstländern gibt es allerdings wenig Gegenden, in denen dieser besondere Zweig der Technik angewendet werden kann. Wichtig ist derselbe jedoch außer für die österreichischen und ungarischen Techniker auch für jene von Serbien, Montenegro, Griechenland und der Türkei. Ohne genauer Kenntniß der Theorien der Höhlenbildung wird kein Techniker Ersprießliches bei der Entwässerung von Kesselthälern leisten können.

Informationsreisen.

Um die verschiedenen Typen von Höhlen und von oberirdischen Begleiterscheinungen, die mit der Höhlenbildung zusammenhängen, kennen zu lernen, empfiehlt es sich, die Formen an Ort und Stelle zu studiren, denn auch das bestillustrirte Werk kann die Anschauung nicht ersetzen. Für Wasserhöhlen sind die Karsthöhlen, durch welche die Poik und die Reka fließt, die großartigsten und lehrreichsten Beispiele. An beiden Orten kann man auch sehen, wie aus alten Wasserhöhlen trockene Grotten entstanden sind. Auch für Einsturzerscheinungen sind die Reka-Höhlen sehr instructiv. Die kleine Grotte Lantscharieuz bei Adelsberg, die hart am Wege zur Ottoker Grotte liegt, verdient eine größere Aufmerksamkeit, als sie bisher gefunden hat. Die Winderosion ist in den Diluvial-Schotterterrassen des Ennsthales, zwischen Groß-Reifling und Hiefflau, am wirksamsten. Ueberdeckungshöhlen und Auswitterungshöhlen findet man im Thale der kleinen Krems in größerer Anzahl. Auch andere Arten von Höhlen findet man dort auf einem engen Raume zusammengedrängt. Vorläufig sind bekannt und genauer untersucht:

1. Die Gudenus-Höhle, Ofenbildung mit schönem, pfirsichblüthenfarbenem Kalke an der Basis der größeren Mündung.

2. Die obere und die untere Eichmayer-Höhle, erstere eine Auswitterung von großartigen Dimensionen, letztere mit Erosionsspuren in einer Kluft liegend. Im Inneren dieselbe Abblätterung der Decke wie bei der oberen, mit welcher sie zusammenhängt, was durch einen Versuch mit Rauch constatirt worden ist. Die untere Höhle hat auch Knochenfunde und Artefacte geliefert.

3. Die Schusterluke mit einem steil aufsteigenden Schlauche links im Hintergrunde, durch den Einschwemmungen in die Höhle gelangen. Die Decke zeigt Auswitterungsspuren, trotzdem muß die Schusterluke zu den Erosionshöhlen gezählt werden. Der ganze Felsvorsprung, in dem die Höhle liegt, ist stark zerborsten und enthält zahlreiche tiefgreifende Spalten am Plateau und Löcher in den Steilwänden, die ihn von drei Seiten umgeben. Die Schusterluke hat auch sehr reiche Funde geliefert, welche systematisch ausgegraben wurden.

4. Der „steinerne Saal" ist eine combinirte Spalten- und Auswitterungshöhle mit zwei übereinander liegenden nischenartigen Räumen. Das Graben in diesen beiden Höhlen ist jedoch wegen der großen Brüchigkeit des arg zerborstenen Felsvorsprunges, in dem dieselben liegen, nicht anzurathen.

5. Die Tamerus-Höhle ist ebenfalls eine Doppelhöhle, jedoch mit zwei im gleichen Niveau liegenden und divergirend auseinander laufenden Gängen. Sie ist im linken Aste stark verbrochen. Der rechte Ast liegt in einer senkrechten Kluft und ist daher zu den Klufthöhlen zu rechnen. Wegen ihrer leichten Zugänglichkeit ist es wahrscheinlich, daß sie Funde enthalten dürfte. Kleinere Klufthöhlen gibt es noch mehrere in diesem Theile des Gebirges.

6. Noch etwas höher wurde vor Kurzem durch Herrn Weigl aus Krems die Mündung einer Höhle gefunden, die mit Erde und Steinen fast ganz ausgefüllt ist. Sie wurde nach dem Entdecker Weigl-Höhle benannt und trägt deutliche Merkmale, daß sie durch Erosion entstanden ist, die eine Kluft erweitert hat, weshalb sie auch unter die Klufthöhlen gerechnet werden muß. Vorläufig ist die Höhle noch nicht ausgeräumt. Ihr Verlauf ist ein annähernd horizontaler.

Das Gebiet des Kremsflusses ist sehr reich an kleinen Höhlen, von denen viele jedoch an unzugänglichen Stellen liegen. Schusterluke und Teufelskirche sind jedoch durch Leitern, welche solid befestigt sind, erreichbar. Die anderen erwähnten Höhlen liegen hart am markirten Wege, der von der Eichmayer-Höhle auf das Plateau führt.

Das mährische Devon-Kalkgebiet besitzt vorzüglich Erosionshöhlen von ziemlich bedeutenden Dimensionen, sowie Einstürze und Erosionsschlünde. Das Gleiche ist der Fall bei den ebenfalls im Devonkalke liegenden Peggauer Höhlen in Steiermark. Die mährischen Höhlen haben jedoch den Vortheil leichterer Erreichbarkeit. Die alpinen Höhlen der Centralalpen und der denselben vorgelagerten Kalkalpen sind nicht so bedeutend wie die Karsthöhlen. Für das Studium der triadischen Höhlen ist der Bezirk von Windischgarsten in Oberösterreich sehr günstig. Jurahöhlen studirt man am besten in Bayern, wo die meisten um Muggendorf beisammen liegen. Auch die schwäbische Alb hat ziemlich viele Jurahöhlen aufzuweisen, worunter auch Wasserhöhlen und trockene Grotten sich befinden, während in Bayern erstere selten sind.

Für Eishöhlen gibt das Fugger'sche Verzeichniß gute Anhaltspunkte. Bequem erreichbar sind nur wenige unter den permanenten Eishöhlen. Die Frauenmauer-Eishöhle ist mittelst eines ziemlich guten Touristensteiges erreichbar, desgleichen die Eishöhle am Beilstein, die wegen ihrer großen, nach Süden gerichteten Oeffnung zu den interessantesten gehört; ferner die Kolowrat-Höhle am Untersberge, die — sowie die Dobschauer Eishöhle — auch im Inneren Weganlagen besitzt, was bei den übrigen Eishöhlen zumeist nicht der Fall ist.

Ueber das sonstige vorhandene Studienmaterial enthalten die vorstehenden Capitel genügende Andeutungen; zur größeren Bequemlichkeit der Leser wurden jedoch diese Bemerkungen eingefügt. Speciell muß aber auf die Rackbachschlucht aufmerksam gemacht werden, welche zu dem Hervorragendsten gehört, was der Karst an Naturmerkwürdigkeiten besitzt. Kein Höhlenforscher sollte dieses landschaftlich schöne und dabei ungemein lehrreiche Terrain unbesucht lassen, dessen Besuch über Ansuchen bei der Güterdirection des Fürsten Hugo Windisch-Graetz im Schlosse Haasberg (Planinathal) auch für jene Theile gestattet wird, die sonst dem allgemeinen Besuche nicht zugänglich sind.

Behandlung der Fundstücke.

Das Auffammeln von Fundstücken soll systematisch betrieben werden. Ein Umwühlen der Ablagerungen ist höchstens zu dem Zwecke zulässig, um für eine eingehendere Erforschung Belege zu sammeln. In den obersten Schichten findet man ohnedies gewöhnlich nur Dinge von geringem Werthe.

Die lebende Fauna einer Höhle muß stets in einem separaten Fläschchen gesammelt werden, wenn man mehrere Höhlen zu besuchen beabsichtigt. Höhlen-Heuschrecken sind lebend nicht unversehrt zu transportiren, und deshalb in Spiritus zu tödten. Spinnen und kleine Wasserthiere müssen ebenfalls sofort in Spiritus gesetzt werden, weil sie sich rasch zersetzen. Fliegen sollen jedoch in Cyankalidampf getödtet und trocken in Papierhülsen oder Glas-Eprouvetten aufbewahrt werden, in denen man die einzelnen Lagen durch zerfaserte Baumwolle von einander getrennt hält. Käfer können ebenfalls in die Spiritusflasche wandern. Größere Thiere, wie Olme, Krebse, Fische u. dgl., kann man in Glasgefäßen lebend im Wasser aufbewahren und selbst versenden, wenn man durch den Kork einen beiderseits offenen Federkiel steckt, der einen Luftzutritt gestattet.

Knochen sind in Papier einzuwickeln und ist jedem Stücke die Fundortangabe mit möglichster Genauigkeit auf einem Zettelchen beizugeben. Stark verwitterte Knochen lasse man lieber liegen, denn sie zerfallen sicher beim Transporte. Stammen sie von seltenen Thieren, so kann man sie sammt der anhaftenden Erde (Lehm ꝛc.) mit einer Leimlösung übergießen und dadurch transportfähiger machen. Auch Wasserglas thut dieselben Dienste.

Knochen, welche man in Höhlen findet, haben häufig ihren thierischen Leim verloren und zerfallen, wenn sie trocken werden. Darum muß man alle Knochen, zu Hause angelangt, zuerst gut mit reinem Wasser reinigen (und zwar mit einer nicht zu steifen Bürste), sie dann gut im Schatten oder nahe an einem Ofen, aber ja nicht an der Sonne trocknen lassen, und sie endlich in eine dünne und heiße Leimlösung (von sogenanntem Vergolderleim) tauchen, in welcher man sie durch etwa eine Viertelstunde sich ansaugen läßt. In Spiritus gelöster Schellack (Tischlerpolitur) thut dieselben Dienste, kommt aber viel theurer. Dafür ist aber das Verfahren weniger umständlich, weil man keines Feuers bedarf, um den Leim warm und flüssig zu erhalten.

Zähne muß man auf dieselbe Art behandeln; man muß jedoch im Verlaufe der Zeit stets nachsehen, weil sie trotzdem rissig zu werden pflegen. Die sich loslösenden Stücke verziehen sich so stark, daß sie nicht mehr aneinander passen. Man darf es daher nicht so weit kommen lassen, und muß die entstehenden Risse mit dickflüssiger Leimlösung (am besten mit den Fingern) verstreichen.

Bronzen dürfen ja nicht ihres grünen Ueberzuges (Pattina) beraubt und etwa blank geputzt werden. Die Pattina ist der beste Beweis für die Echtheit. Um sie zu conserviren, taucht man die mit reinem Wasser abgespülten Gegenstände in eine Lösung von weißem Schellack (in Alkohol) und läßt sie darin so lange liegen, bis keine Blasen mehr aufsteigen. Je langsamer sie hierauf getrocknet werden, desto besser hält die Pattina, die sich gern abblättert.

Verrostete eiserne Gegenstände müssen ebenfalls behutsam abgespült und nach dem Trocknen in irgend eine durchsichtige Harzlösung getaucht werden. Nicht verrostete Fundstücke aus Eisen sind sicher nicht alt. Diese conservirt man durch Einschmieren mit Fett, Oel oder Petroleum. Bei alten, verrosteten Stücken darf der

Rost, der zumeist sehr tief eingefressen hat, beileibe nicht entfernt werden. Es bliebe da zumeist kaum eine papierdünne Schicht übrig, und die ursprüngliche Form, um die es sich ja hauptsächlich handelt, wäre nicht mehr erkennbar.

Ganze Töpfe sind vorsichtig auszugraben und auf Brettchen zu stellen, bis sie die Erdfeuchtigkeit verloren haben. Das Verpacken von solchen Gefäßen erfordert große Sorgfalt. Wo es angeht, imprägnire man sie sofort nach der Reinigung von den anhaftenden Lehmteilchen (Erde ꝛc.) mit einer Leim- oder Schellacklösung. Wo dies nicht möglich ist, thue man dies auf der nächsten Station, oder zu Hause sobald als thunlich. Zumeist befindet sich auch im Inneren der Töpfe Schmutz oder Erde, unter welcher oft kleine Gefäße, Leichenbrand, allerlei Beigaben oder Speisereste verborgen sind. Darum muß man mit großer Vorsicht diese Gefäße entleeren, weil alle diese Dinge von Werth sind.

Scherben von Töpfen sammle man und beobachte, ob sie nicht etwa Bruchstücke eines einzelnen größeren Gefäßes seien, welches restaurirbar wäre. Derlei gleichartige Bruchstücke werden dann in der angegebenen Weise gereinigt und präparirt, und mit feinem Leim, von den Bodenstücken angefangen, so aufeinander geklebt, wie sie aneinander passen. Die Fugen müssen so sehr schließen, daß sie nicht klaffen. Dann wird es gelingen, das Gefäß in seiner ursprünglichen Form wieder aufzubauen. Verfasser hat schon vor Jahren Urnen restaurirt, die in 500 und noch mehr Stücke zerbrochen waren und heute noch unversehrt sind. Bei dieser Arbeit ist es nöthig, daß die Bruchflächen so rein als möglich seien, damit keine falsche Form entstehe. Der Leim muß heiß und nicht zu dick sein, denn nur auf diese Weise kann man gut haftende Leimfugen zu Wege bringen. Sind viele Stücke vorhanden, so sortire man die gleichartigen in Farbe, Dicke oder in Bezug auf das Material, aus dem sie gefertigt sind, und von denen man daher annehmen darf, daß sie zu einem und demselben Gefäße gehören. Dann nehme man eines dieser Häufchen her und ordne die Stücke auf einem Tische je nach der Form in Reihen, und zwar: 1. Reihe: Bodenstücke; 2. Reihe: Bauchstücke; 3. Reihe: Halsstücke, und 4. Reihe: Randstücke. Auf diese Weise erlangt man eine gute Uebersicht und findet die zusammenpassenden Gegenstände leichter.

Nicht immer gelingt es, ein Gefäß so zu restauriren, daß nicht Löcher offen bleiben, weil trotz aller Sorgfalt beim Ausgraben einzelne kleinere Bruchstücke übersehen werden können, oder sich überhaupt nicht mehr in der Schichte befunden haben. Solche Löcher stören den Eindruck, und man thut daher gut, sie mit Gips auszufüllen, der auf der Außenseite mit einem Spatel glatt gestrichen werden kann, solange der Gips sich noch streichen läßt. Man kann übrigens auch dem bereits erhärteten Gips später mit einem Messer die richtige Form geben. Diese Manipulationen erfordern einige Fertigkeit, die aber leicht zu erlangen ist.

Kleine Risse oder abgestoßene Ränder von Bruchflächen streicht man mit Leimgips aus (Gips, in Leimwasser angerührt), der nicht nur gut haftet und sich mit den Fingern in die kleinsten Fugen hineinstreichen läßt, sondern auch den Vortheil hat, daß sich das Ueberflüssige mit einem in warmes Wasser getauchten Tuche wegwischen läßt, wenn die Masse auch schon ganz erhärtet ist. Die häßlichen weißen Flickstellen überzieht man mit Farbe, wozu man gewöhnliche Erdfarben in Pulverform verwenden kann, die man (in richtige Nüance vorher gemischt) mittelst eines Bäuschchens aufträgt, welches man in Schellacklösung getaucht hat. Derart restaurirte Gefäße erhalten ein Ansehen, als ob sie gar nie außer Gebrauch gekommen wären.

Das Restauriren und Conserviren von Fundstücken ist eine mühevolle Arbeit, die viel Geduld in Anspruch nimmt. Ein einziges gelungenes Stück lohnt aber die aufgewendete Zeit, denn keine Imitation hat den Werth eines echten, wenn auch aus Stücken zusammengesetzten Objectes. Mit der Restaurirung ist die Thätigkeit noch nicht abgeschlossen. Alle Funde müssen fortwährend beaufsichtigt werden, wenn sie auch ruhig und vor Staub geschützt in einem Glaskasten stehen. Das Reinhalten ist vor Allem nothwendig, denn der Staub verändert die Farbe. In sehr trockenen Localen zerfallen Knochen und restaurirte Töpfe, ohne daß man sie berührt, und es ist daher unbedingt erforderlich, alle entstehenden Risse zu verstreichen, ehe sie weiter greifen. Ein gut restaurirter Topf muß wie ein neuer klingen, wenn man mit dem Finger daran klopft. Verliert er seinen Klang, so hat er irgendwo einen Sprung. Hilft kein anderes Mittel, so kann man Gefäße, welche zu zerfallen drohen, durch Ausgießen mit dünn angerührtem Gips oder mit einer Harzmasse, die beim Erkalten rasch erhärtet, häufig retten. Das Ausgießen mit Gips hat stets das Mißliche, daß durch die Feuchtigkeit die Leimfugen erweicht werden, und daß bei nur einiger Unvorsichtigkeit der ganze Topf auseinanderfällt. Bei heißem Verfahren mit Harzmasse ist dies weniger zu besorgen. Gips kommt aber viel billiger zu stehen. Die Harzmasse darf nicht zu strengflüssig sein und kann durch erdige Vermengungen in die Farbe der Gefäße gebracht werden.

In neuester Zeit werden Metalle auch durch Eintauchen in eine dünne Kautschuklösung conservirt. Kautschuk löst sich in Schwefeläther, in Benzin oder in Schwefelkohlenstoff. Diese Flüssigkeiten sind höchst feuergefährlich und es darf daher nicht in der Nähe eines brennenden Lichtes manipulirt werden.

HÖHLENKARTE von BAYERN

von

OBERBERGRATH PROF. Dr W. GÜMBEL.

Kilometer — Maafsstab 1:1.250000 — Deutsche Meilen



Verzeichniss der Höhlen in Bayern.

I. Im Fichtelgebirge:

1. Langenauer Höhle, SW. von Geroldsgrün.

II. Im Franken-Jura (fränkische Alb):

2. Hohlerstein bei Schwabthal (O. von Staffelstein.)
3. Höhle bei Wallersberg, S. von Weismain.
4. u. 5. Zwei Höhlen zwischen Weismain u. Kl. Ziegenfeld (unbedeutend).
6.} 7.} Zahlreiche Felshöhlungen i. Wiesenthal b. Treunitz unf. Königsfeld.
8. Klingelloch bei Schirradorf, N. von Hollfeld.
9.} 10.} Höhlen im Wiesenthal bei Freyenfels u. Loch, unfern Königsfeld.
11. Höhle am Würgauer Berg, O. von Schesslitz (unbedeutend).
12.} 13.} Höhlungen bei Königsfeld.
14. Höhle im Blutenthal, W. von Königsfeld.
15. Höhle bei Hollfeld.
16. Höhlen bei Sanspareil (Schwalbenstein, Bärenhöhle u. Hühnerloch).
17. Linnererloch in Nankendorf, N. von Waischenfeld.
18. Hohe Nankendorfer Höhle in Nankendorf.
19. Höhle bei Tiefenlesau, S. von Hollfeld.
20. Nonnenloch, N. von Waischenfeld.
21. 5 Höhlen zwischen Wüstenstein u. Aussees, Raubensteiner-Linden-brunner Höhle, Hohle Loch, Ku hloch, Pulverloch u. Heckenhöfer-Höhle.
22. Kl. und gr. Kühstein-Höhle bei Wüstenstein, N. von Muggendorf.
23. Zwei Höhlen, NO. v. Streitberg a. Guckhühl (Ludw. Wunder-Höhle) und am Geisknock (Geisloch).
23a Höhle bei Schloss Greifenstein (unbedeutend).
23b. Höhle bei Heiligenstadt (unbedeutend).
24. Schönstein- und Brunnstein-Höhle, zunächst O. von Streitberg.
25. Neudecker Höhle, SO. von Streitberg (unbedeutend).
26. Enchenreuther Höhle und Moggaster Höhle zwischen Wohlmanns-gesees und Kanndorf, SW. von Muggendorf.
26a. Schneeloch bei Wichsenstein (unbedeutend).
27. Rosenmüller-Höhle bei Muggendorf.
28. Gailenreuther Höhlen, nämlich: 1. Zoolithen-Höhle (Haupthöhle); 2. Emmerts- oder Goldfuss-Höhle (unbedeutend) und 3. Kapps-Höhle (unbedeutend).
29. Etzdorfer Höhle, W. von Gössweinstein.
30. Esper-Höhle und Wassergrotte bei Gailenreuth.
31. 3 Höhlen im hohlen Berg: Oswalds-, Wunders- und Witzen-Höhle O. von Muggendorf.
32. Höhlen bei Tüchersfeld und Toos: Hundsloch, Kuhloch, Pferdsloch. Höhlen bei Hungenberg, Kufix-Höhle und Felsengrotte bei der Schottenmühle, Todtmannsteiner Höhle b. Toos (alle unbedeutend).
33. Weidmannsgeseeser Höhle, N. von Pottenstein.
34. Zahnloch bei Steifling, N. von Pottenstein.
35. Höhlen bei Rabeneck am Gehäng, S. von der Wiesent: Rabenecker-Höhle und Badersloch (unbedeutend).
36. Höhlen bei Rabeneck am Gehäng, N. von der Wiesent: Kuhloch, Kohlenbrenner-Höhle und Silbergoldstein-Höhle (unbedeutend).
37. 3 Höhlen S. von Rabenstein: Schneiderloch, Schneiderkammer und Geiskirch.
38. Ludwigs-Höhle (Kuhloch, auch Rabenloch genannt).
39. Die zwei Rabensteiner-Höhlen: Sophien- und Klausstein-Höhle.
40. Försters-Höhle, O. von Waischenfeld.
41. Schwalbenloch bei Pottenstein.
42. Dohlenloch bei Pottenstein.
43. Pöppelloch und Windloch, SO. von Pottenstein.
44. Hasenloch bei Pottenstein.
45. Tabakspfeife, Höhle N. von Pegnitz.
46. Zwergloch am Hollenberg, O. von Pottenstein.
47. Vierloch bei Elbersberg, SO. von Pottenstein.
48. Kl. und 49. Gr. Teufelsloch, S. von Pottenstein.
50. Allersdorfer Höhle (Klinkloch) und Schafloch bei Soranger.
51. Hohlenstein bei Obertrubach, W. von Betzenstein.
52. Klauskirch bei Betzenstein.
53. Schneeloch bei Bieberbach.
54a. Hohler Stein bei Gräfenberg.
54b. Höhle bei Stein am Wasser, SO. von Pegnitz.
55. Eisloch im Veldensteiner Forst.
56. Maximilianshöhle (Windloch, Krottensee-Höhle), SW. v. Auerbach.
57. Ebersberger Höhle, SO. von Auerbach.
58. Ruechloch u. Teufelskirche, 2 Höhlen i. Oberwald, S. v. Auerbach.
59. Höhle im Dorf Loch, N. von Königsstein.
60. Schelmbacher Steinhöhle bei Neuhaus, SW. von Auerbach.
61. Falkenloch bei Neuhaus, SW. von Auerbach.
62. Rohenloch (Rabenloch?) am Burgstallberg, SO. von Plech.
63. Hohler Stein bei Eichenstruth, S. von Plech.
64. Geisloch bei Velden.
65. Windloch bei Rupprechtsstegen.
66. Hasenloch bei Steinen-Sittenbach am Hohenstein.
67. Helmloch bei Heichling, NO. von Hersbruck.
68. Winterloch bei Kirchenreinbach, NW. von Sulzbach.
69. Höhlnstein, N. von Neukirchen, unfern Sulzbach.
70. Pumperloch bei Schönberg, unfern Sulzbach.
71. Osterloch bei Niederecht, O. von Sulzbach.
72. Osterloch bei Sternstein, O. von Sulzbach.
73. Hohler Fels bei Happurch, SW. von Hersbruck.
74. Hainburghöhle bei Illschwang, W. von Amberg.
75. Windloch bei Kauerheim, W. von Amberg.
76. Heidenloch bei Arnhofen, N. von Altdorf.
77. Höhlen bei St. Wolfgang, O. von Velburg.
78. Breitenwiener Höhle daselbst.
79. Felsenhöhle bei Kirchen-Eidenfeld.
80. Osterloch bei Kallmünz.
81. Schweighauser Höhle, N. von Regensburg.
82. Teufelsloch bei Vilseck.
83. Räuberhöhle bei Regensburg.
84. Schulerloch, N. von Kelheim.
85. Hohlstein, O. von Berching.
86. Fuchsloch bei Winden, W. von Riedenburg.
87. Arnthöhle bei Attenzell, O. von Kipfenberg.
88. Fuchsloch bei Titting, N. von Eichstädt.
89. Hohlloch im Raitenbucher Forst, NW. von Eichstädt.
90. Weissenburger Loch, O. von Weissenburg.
91. Weiss- oder Waldmeisterloch, auch Druidenloch genannt, bei Urheim, NO. von Oettingen.
92. Teufelsloch am S. Hesselberg.
93. Gutmannshöhle am Hesselberg.
94. u. 95. Höhlen am Ofnet, W. von Nördlingen.
96. Hohlenstein bei Ederheim, SW. von Nördlingen.
97. Höhle im Thalberg, S. von Nördlingen.
98. Pumperloch bei Weilheim, NW. von Monheim.
99. Dachsloch, W. von Konstein (unbedeutend.)
100. Uebelloch im Spindelthal, W. von Konstein.
101. Höhlen bei Mauern, NW. von Neuburg.

III. Höhlen in den Alpen:

102. Sturmannshöhle bei Obermaiselstein, S. von Sonthofen.
103. Angererloch, S. vom Walchensee.
104. Nixloch im Reutalp-Gebirge.
105. Nixlöcher bei Hallthurm.
106. Mausloch am Untersberg bei Hallthurm.
107. Kolowratshöhle am NO. Untersberg.
108. Bärenhöhle bei Ettal.

Nachtrag:

109. Burkhardushöhle.

Beilage zu Kraus, Höhlenkunde (Verlag von Carl Gerold's Sohn in Wien).

Karl Stücker's Kunst-Anstalt in München.

Schlußbemerkungen.

In den vorstehenden Capiteln sollte der Versuch gemacht werden, einmal den ganzen Umfang der Höhlenkunde zu zeigen und die Hilfsmittel anzugeben, durch welche man sich in diesem Fache weiter zu bilden vermag. Viel ist hierbei aus der arg zerstreuten Literatur zusammengetragen, aber auch ein nicht unwesentlicher Theil ist noch niemals publicirt worden. Die Quellen, aus denen geschöpft wurde, sind stets angegeben, wo nicht eigene Beobachtungen des Verfassers zugrunde liegen, oder wo es sich um altbekannte Dinge handelt. An Mühe hat es der Verfasser nicht fehlen lassen, ob aber trotzdem der beabsichtigte Versuch gelungen ist, ein brauchbares Handbuch für die Freunde der Höhlenkunde zu liefern, darüber werden die Leser wohl bald entscheiden.

Dem Wunsche der Fachkreise, daß ein möglichst vollständiges Werk über die Höhlenkunde erscheinen möge, hat der Verfasser wohl die ausgiebige Unterstützung zu danken, die ihm von so vielen Seiten zu Theil geworden ist. Ein wesentlicher Theil des Illustrationsmaterials konnte nur durch diese Mithilfe beschafft werden, und dankbar muß es der Verfasser anerkennen, daß die Verlagsfirma keine Kosten gescheut hat, um das Buch mit so vielen Illustrationen und Karten auszustatten, als es erforderlich war, um gewisse Dinge, welche dem Fachmanne geläufig sind, auch dem großen Publicum durch gute Abbildungen zu veranschaulichen.

Unter jenen Personen, welchen hier der gebührende Dank ausgesprochen werden muß, gehören die Mitglieder der Abtheilung für Grottenforschung der Section Küstenland des deutschen und österreichischen Alpenvereines in Triest, und darunter besonders die Herren Pazze, Müller und Marinitsch, sowie die Herren Photographen Sebastianutti und Benque in Triest, von deren ausgezeichneten Aufnahmen eine ganze Serie in gelungenen Reproductionen vorgeführt erscheinen. Herr Photograph M. Schäber in Adelsberg ließ sich die Mühe nicht verdrießen, über Ersuchen wiederholt Aufnahmen von instructiven Punkten am Karstplateau zu machen, von denen bisher noch keine Bilder existirten. Herr Bezirksgeometer Ruzicka, sowie mehrere andere Mitglieder des Vereines „Anthron" in Adelsberg haben ihn hierbei unterstützt und dadurch auch den Verfasser zu Dank verpflichtet. Herr Dr. Richard Andree, Redacteur der Zeitschrift „Globus", machte dem Verfasser drei Original-Aquarelle von Karstlandschaften zum Geschenke, von denen zwei reproducirt erscheinen. Ueber die mährischen Höhlen waren es die Herren Dr. Kříž, k. k. Notar in Steinitz und Professor Trampler in Wien, welche das Illustrationsmaterial beschaffen halfen. Von Letzterem stammt die Karte des interessanten Höhlengebietes in der Devonformation bei Brünn, Ersterer stellte eine reiche Collection seiner photo-

graphischen Aufnahmen und seiner Pläne zur Verfügung, die nach Maßgabe des verfügbaren Raumes auch ausgiebig benützt worden ist.

Auch von anderen Seiten liefen Literaturnachweise und Behelfe, Illustrationsmateriale oder Auskünfte über Localitäten ein, welche Verfasser aus eigener Anschauung nicht kannte. Von diesen Förderern seien nur erwähnt: die Herren Dr. v. Böhm, Director Dr. Brezina, Dr. Haberlandt, Custos Heger, Dr. Hein, Dr. Köchlin und Custos Szombathy am k. k. naturhistorischen Hofmuseum in Wien, sowie der Intendant dieses Institutes, Herr Hofrath Dr. Franz Ritter v. Hauer. Von der k. k. geologischen Reichsanstalt in Wien sind anzuführen: Herr Director Dr. G. Stache, Herr Dr. Teller und Herr Oberbergrath Dr. Tietze. Aus Wien weiters Se. Excellenz Herr Graf Wurmbrand und Herr Verlagsbuchhändler Manz, ferner Herr Oberbergdirector v. Gümbel in München, Herr Dr. Krauß in Tübingen, die Herren Dr. Endriß und Medicinalrath Dr. Hedinger in Stuttgart, Dr. Euting in Straßburg, Dr. Kloos in Braunschweig, Martel in Paris, Dellapina in Krems und noch eine Reihe anderer Fachgenossen oder Freunde, denen ebenfalls Dank gebührt. Nicht vergessen darf auch der Zeichner der Illustrationen, Herr Alfred Jirasek, werden, der seine Aufgabe mit staunenswerther Raschheit erfüllt und dadurch das Erscheinen des Buches wesentlich gefördert hat.

Der erste Entwurf der Arbeit ist wohl schon über ein Decennium alt. Der Umstand aber, daß damals für einzelne Ansichten des Verfassers noch nicht genügende Beweise vorlagen, verhinderte die Vollendung des begonnenen Werkes. Die systematische Eintheilung der Höhlen wurde jedoch aus den vergilbten Blättern herüber genommen. Manche Punkte in dem gänzlich umgearbeiteten neuen Elaborate werden wahrscheinlich nicht den Beifall der Fachkreise finden, weil sie stark verbreiteten Ansichten zuwiderlaufen. Diese mögen daher vorläufig als Privatansichten des Verfassers betrachtet werden, die Niemand aufgedrungen werden sollen, den die vielen, überall angeführten Thatsachen nicht überzeugen können.

Es liegt dem Verfasser nichts ferner als die Prätension, ein mustergiltiges und unanfechtbares Werk geschrieben zu haben. Der Wunsch, den Umfang des Buches auf das Möglichste zu reduciren und bereits anderswo Publicirtes nicht in extenso zu wiederholen (wo dies zu umgehen war), ist vielleicht Schuld daran, daß man zum besseren Verständnisse noch jene Literaturbehelfe heranziehen muß, die als wichtig angegeben erscheinen. Dies ist besonders bei dem Capitel über die Eishöhlen der Fall, welches sich ausschließlich auf die angeführten Publicationen von Professor Fugger stützt, die allein den Umfang dieses Buches erreichen, und die man kennen muß, um einen genauen Einblick in diese schwierigste aller Höhlenfragen zu erhalten. Diese Publicationen sind übrigens für Jene leicht zu beschaffen, die sich speciell für Eishöhlen interessiren, für einen allgemeinen Ueberblick über den momentanen Stand der Frage dürfte das Angeführte jedoch genügen.

In einem schwierigeren Falle befand sich der Verfasser jedoch bei jenen Capiteln, in denen in fremde Gebiete übergegriffen werden mußte. Diese konnten darum nur oberflächlich behandelt werden, weil für sie die größtentheils auf dem Wege der Praxis und des Selbststudiums erworbenen Kenntnisse — offen gesagt — nicht ausreichten. Das ist beispielsweise bei der Höhlensagenforschung der Fall gewesen, bei der es eines Specialisten bedürfte, um dieses noch ganz brach liegende Feld mit Nutzen für die Wissenschaft zu bebauen. Der Versuch, den Ursprung einiger Sagen auf eine naturwissenschaftliche oder historische Basis zurückzuführen, soll nur als An-

regung dienen, daß Berufenere in dieser Richtung fortfahren mögen. Auch die künstlichen Höhlen verdienten von Specialisten ausführlich behandelt zu werden. Im vorliegenden Buche konnten nur Typen gebracht werden, um die Mannigfaltigkeit von unterirdischen Bauwerken darzuthun.

Es kann und soll daher das Buch nur als ein bescheidener Beitrag betrachtet werden, um der echten, wissenschaftlichen Höhlenkunde neue Freunde zu erwerben, und um eine Reihe von Erfahrungen zum Gemeingute zu machen, welche der Verfasser bei seiner langjährigen Thätigkeit als Höhlenforscher zu sammeln Gelegenheit hatte. Möge es diese beiden Zwecke erfüllen und diesen zuliebe eine freundliche Aufnahme finden.

Manuscriptschluß im Mai 1894.

Namenregister.

Alpenburg 220, 221.
Andree 168, 289.
Ayshford Sandfort 266.

Baillif 174.
Baumgarten 171, 220, 226.
Beaumont Elie de 7, 41.
Bedel 243.
Behrens 1, 112, 146, 169, 171, 229, 230.
Bergmann 14.
Beyer 7, 20.
Bielz 6, 229.
Bischof 99.
Blümke 74.
Böhm 290.
Bory de St. Vincent 1, 128, 186.
Boucher de Perthes 7.
Boué 207.
Brandt 4.
Braun 4.
Brezina 105, 290.
Brogniart 7, 128.
Brugsch 175, 188.
Brun 235, 260.
Buckland 8.
Buffon 14.
Burmeister 104.
Burnett 14.

Calliano 169, 170, 180.
Cardanus 14.
Cartailhac 165, 260.
Cartes 14.
Chauvin 243.
Chipiez 190.
Christol 8.
Christy 260.
Clerc 185.
Cossigny 212.
Cornalia 5.
Curtius 145.
Cuvier 4, 128, 232.
Čvijić 6, 125, 126, 127, 129, 136, 139, 145.

Danicourt 182.
Darwin 42.
Daubrée 6, 26, 28, 40, 46, 85, 111, 128, 136, 138, 139, 144, 145.
Dawkins 5, 22, 49, 50, 52, 79, 87, 127, 197, 198, 200, 203, 229, 234, 240, 241, 242, 260, 266.
Deckert 39, 66, 75, 103, 145.
Dellapina 183, 235, 260, 271, 274, 290.
Desnoyer 6, 22, 30.
Döll 99.
Dufour 92.
Dumas 7.

Eder 273.
Ehmann 68, 108, 112, 139.
Ehrlich 165.
Ellis 40.
Endriß 70, 232, 290.
Erman 189, 190.
Esper 1, 8, 232.
Euting 290.

Falkenhayn 149, 283.
Falkoner 8.
Farrer 79.
Faujas 186.
Felsthal 229.
Fergusson 191.
Fichtel 15.
Finsterwalder 74.
Flourens 7.
Fraas 20, 43, 165, 166, 177, 232, 233, 234.
Francisci 220.
Freisleben 105.
Fritsch 166.
Fruwirth 43, 44, 71, 86, 88.
Fuchs 27, 53.
Fugger 41, 43, 106, 107, 186, 207, 208, 212, 214, 216, 217, 218, 285, 290.
Fuhlrott 8, 17, 78.

Gädicke 273.
Ganglbauer 243.
Gaupillat 277, 282.
Gedge 167.
Globočnig 78.
Glonig 228, 229.
Goldfuß 1, 232.
Grohmann 220, 226.
Gruber 1, 7.
Gudenus 235.
Gümbel 6, 24, 87, 106, 109, 124, 125, 195, 233, 234, 290.
Günther 31, 88, 132, 133.
Guillet-Laumont 129.

Haager 184.
Haberlandt 290.
Hacker 260.
Hacquet 1, 7.
Hanke 276.
Hauer 6, 23, 42, 55, 84, 99, 100, 101, 103, 283, 290.
Haidinger 76.
Hedinger 196, 290.
Heger 173, 174, 176, 290.
Heim 26.
Hein 290.
Hellwald 165, 179, 184, 191.
Helmersen 20.
Henne am Rhyn 220, 222, 223, 225, 229.
Herodot 11.
Heumann 232.
Hochstetter 41, 81, 98, 108, 165, 195, 237.
Höfer 128.
Hoernes M. 178, 193.
Hoernes R. 44, 112, 258.
Höslin 1.
Hrasky 7, 62, 66, 123, 126, 145, 151, 152, 282, 283.

Jirasek 290.
Joly 7, 8.
Joseph 243.

Kant 11, 12.
Karner 180, 183.
Karrer 78.
Kaut 220.
Kayser 2.
Kerschbaumer 235, 260.
Keßler 15.
Klinar 145, 282.
Kloos 31, 47, 72, 78, 290.
Koch 99, 106.
Köchlin 105, 290.
Körner 229.
Koudelka 78, 180.
Kovsza 150, 156.
Kraigher 248.
Krainz 220.
Krauß 290.
Kreitner 184.
Kremer 166.
Kříž 6, 50, 56, 78, 79, 80, 194, 198, 199, 232, 233, 239, 240, 260, 272, 273, 289.
Kuhn 214.

Lapparent 30.
Lartet 260.
Latzel 70.
Lechner 220.
Leibnitz 14.
Leonhard 20.
Lepsius 188, 189.
Lespés 243.
Leyell 8, 128.
Liebe 233.
Lindner 278.
Lipold 17, 126, 127.
Lóczy 88, 89.
Löwengreif 247.
Lonjon 225.
Luc, de 14, 214.
Lucante 6.
Lund 104.
Luthmer 170.

Maltzan 144.
Manz 290.
Margerie 32.
Marinitsch 289.
Markuse 40.
Marsollier 225.
Martel 30, 40, 52, 55, 56, 61, 67, 81, 85, 95, 97, 109, 111, 123, 134, 135, 144, 145, 200, 203, 235, 245, 247, 248, 249, 250, 251, 263, 265, 267, 277, 282, 290.
Massolongo 5.
Mayer Rob. 208.
Merou 13.
Miethe 273.
Mikiewicz 226.
Mojsisovics 25, 53, 64, 120, 127, 129, 133.
Morlot 6.
Moser 253.
Much 179.
Mühlbacher 86.
Müller (Braunschweig) 47, 272
Müller (Triest) 289.
Münnich 256.
Mulder 43.

Naumann 80.
Nehring 6, 233, 234.
Neumayer 27, 28, 53, 123.
Nordenskiöld 32.

Ossowsky 237.

Pallas 15.
Panzer 229.
Parker 226.
Partsch 32.
Pausanias 11, 65.
Pazze 253, 289.
Penck 127.
Peters 167.
Phillips 79.
Pilar 6, 7, 20, 56, 137.
Pillwein 70.
Pizzighelli 258.
Pleischel 41.
Prestwich 8.
Prugger 45.
Pumpelly 32.
Putick 7, 48, 56, 59, 66, 76, 135, 145, 149, 150, 151, 248, 250, 258, 262, 263, 270, 282, 283.

Quatrefages 7.
Quenstedt 46, 48, 108, 146, 147, 168, 229, 233.

Raiß 256.
Ranke 6, 233, 234.
Reuß 41, 108.
Reyer 6, 64.
Richthofen 184.
Riedel 7, 52, 282.
Rieger 275.
Riehl 181.
Rigollot 7.
Rink 11.
Ritter Carl 2, 174.
Ritter Ch. W. 1, 103.
Rivière 260.
Robert 40.
Rollett 169.
Rosenmüller 11, 14, 85, 169. 225.
Rothpletz 32.
Rudolf 247, 251.
Rütimayer 26.
Ruzicka 250, 289.

Sartori 70, 103.
Saussure 15, 44.
Schäber 273.
Schaubach 44.
Scheffler 14.
Scheuchzer 14, 237, 238.
Schiner 243.
Schiödte 243.
Schlagintweit 191.
Schmerling 4, 8.
Schmid 249, 250.
Schmidl 34, 66, 70, 111, 138, 151, 245, 248, 251.
Schöpf 32.
Schott 224.
Schreiber 229.
Schröckinger 85.
Schwalbe 32, 207, 212.
Schweiger-Lerchenfeld 251.
Sebastianutti & Benque 273, 289.
Senft 133.
Serres 8.
Setz 258.
Siderides 52, 262, 282.
Siebold 95, 168.
Sieger 149.
Siegmeth 33, 229, 256, 257.
Silberschlag 14.
Simon 243.
Simony A. 44, 226.
Simony F. 227.
Söltel 229.
Sommer 41.
Spöttel 180, 202.
Stache 6, 20, 27, 53, 56, 195, 196, 290.
Strabo 11, 188.
Stur 6.
Swettina 251.
Szombathy 43, 165, 194, 235, 290.

Tamerus 235.
Telfer 174.
Teller 6, 231, 233, 234, 290.
Thirria 109.

Thomson 167, 168, 214.
Thury 216.
Tietze 6, 7, 19, 53, 105, 126, 127, 129, 139, 144, 174, 290.
Tillesius 11, 14, 169, 225.
Toula 44.
Townson 256.
Trampler 235, 289.
Trimmer 128.
Tschache 229.

Ule 111.

Valvasor 1, 4, 60, 148, 171, 176.
Vaß 34, 256.
Vibraye 260.
Vicentini 7.
Virchow 8.
Virlet 15, 103, 109, 111.
Vogel 78.
Vogt 132.
Voigt 7.

Walch 14.
Wankel 198.
Weigl 235, 260, 285.
Werner 260.
Whiston 14.
Winkler 283.
Witschel 7.
Woerl 184.
Woldřich 233, 259, 260.
Wolff 43.
Woodward 14.
Wrede 103, 144, 227.
Wurmbrand 18, 258, 259, 290.

Zepharovich 39.
Zippe 16, 53, 80.
Ziska 229.
Zittel 6, 233.
Zumoffen 166.

Sachregister.

Aachquelle 59.
Abbazia 45.
Abbeville, Fundstätte von 7.
Abblätterung (Bröckeln) der Decken 115, 118, 119.
Abböschung 118.
Abenc (Aven oder Avĕn) 28, 31, 138.
Abgründe 28.
Abîme 28, 110, 138.
Abri de Laugerie-Basse 260.
Abri sous roche 107, 165.
Abschwemmung 61.
Abseilen 268 ff.
Absonderungsklüfte 46.
Abtrag, subärischer 201.
Adelsberger Thal und Grotte 23, 30, 58, 62, 63, 64, 72, 79, 81, 83, 84, 102, 150, 151, 162, 235, 247 ff., 249, 250, 263, 276, 280.
Aegydius-Kapelle 176.
Aerde-pipes 138, 186.
Aghelecker Höhle 33, 71, 256 ff.
Aiguigeois 139.
Aineth, Eiskeller von 215.
Aïno-Höhlen 168.
Aïn-Taïba, Trichter von 28.
Alber 223.
Alleingehen in Höhlen 264.
Alpheios-Fluß 11, 65.
Alraunhöhle 170.
Amalfi, Grotte von 176, 177.
Andachtsstellen in Höhlen 176.
Anselmoirs 139.
Antignosc, Thal von 145.
Antonsgrotte 170.
Aranyut 34.
Arcy-sur-Cure, Grotte von 28.
Arcy-sur-Yonne, Grotte von 260.
Artefacte 94, 166.
Arth-sur-Meurthe 29.
Artigues de Lin, vallon d' 145.
Aschenhaufen 196.
Atmosphärische Einflüsse 200.
Aufschüttung in den Slouper-Höhlen 194.
Aufstauungen 146.
Augsdorf, Thal von 146.
Auskolkung 57.
Auresina-Quellen 162.
Aurignac, Grotte von 260.
Ausbruchshöhlen 18.
Ausflußhöhlen 18.
Ausfüllung der Höhlen 194 ff.
Ausfüllungsmateriale 126, 195.
Auslaugung von Gipslagern 28.
Ausräumen von Höhlen 241.
Ausscheuerungsmaterial 57.
Außentemperaturen 213.
Austiefung der Thäler 143.
Australneger-Höhlen 165, 167.
Austrocknungsproceß 36.
Auswitterungserscheinungen 96, 238.
Auswitterungshöhlen 94.
Avenc de l'Egue 30.
Aven de Jean Nouveau 110, 111.
Avens 28, 31, 138.
Avisoposten 262.

Bač-Grotte 262.
Bärenhöhlen 196.
Bärenknochen 196.
Balkenlöcher 90, 171.
Balme 73.
Baoussé-Roussé 260.
Baradlavölgy 33.
Baron Winkler-Höhlen 66, 262.
Basaltgruben am Hornerberge 187.
Basalthöhlen 35, 40.
Baumanns-Höhle 12, 71, 86, 222.
Bearbeitungsspuren 170.
Bedingungen der Eisbildung 215.
Beilstein-Eishöhle 208, 209, 210, 211.
Beißwurm 223.
Benicovi, Quellen von 144, 203.
Berchta 235.
Bergeplätze 165.
Berges du Clain 28.
Bergmandeln 226.
Bergmilch 72.
Bergsturzhöhlen 35.
Bergstutz 223.
Bergwerke 37, 170.
Bertha-Höhle 108.
Besdno 138.

Bétoires 22, 28, 139.
Bewohnte Höhlen 164 ff.
Bifurcationen 58.
Bißspuren 234.
Blanik, Berg 226.
Blasenräume 35, 38, 39, 88.
Blaslöcher 41.
Blitzlampen 274.
Blitzlicht 272, 273.
Blitzpulver 273.
Blockmateriale 115, 118.
Boböis-See 153.
Bobnarza, mala und velika 55.
Boden, landwirthschaftlicher 133.
Bohrlöcher 170, 221.
Bohrungen 46, 154
Boit-tout 138.
Bonheur-Fluß und Höhle 19, 47, 55, 56, 58, 194, siehe auch Bramabiau.
Bouteillenförmige Schlünde 30, 135.
Bramabiau 46, 56, 194.
Brandung 86.
Brasilianische Höhlen 104.
Bredewinde, Höhle von 3.
Breždno 55.
Brežen 138.
Brixham-Höhle 8.
Bronzefunde 286.
Bronzehelm von St. Canzian 255.
Brüche 146.
Brühlhöhlen 108.
Bruchlinie bei Mournans 29.
Bruchspalten 28, 36, 44, 69, 147.
Bruderbalm 71.
Brunnenbohrungen im Karst 137.
Brunnengrotte 82, 275.
Bubnisce, Höhlen bei 174.
Büdöstö, Höhlen im 85.
Burkardus-Höhle 177.
Buschmann-Höhle 165, 166.
Buso (Busi) 139.
Byčiskala-Höhle 50, 66, 76, 81, 240.

Calcitnester 89.
Canzian, Dolinen von St. 17.
Capitain Boyton-Apparat 246.
Cassures 28.
Castua, Grotten von 81.
Cava 71.
Cava cavouqueria 71.
„ grande 71.
„ rasta 71.
Cavate lodges 173.
Cave 71.
Caveaux des Cordeliers 193.
Cave assembly lodges 173.
Caverne 71.
„ de St. Georges 71.
Čepič-See 148, 149.
Ceratites 230.
Cerberus 222.
Cerjenceva-pecina 71.
Černa jama 72, 242, siehe auch schwarze Grotte und Magdalena-Grotte.
Cervus alces 231.
„ megaceros 234.
Chalons, Höhlenschloß 171, 173, 228.
Chastma 28.
Chaudrons du diable 22.
Chaux les Passavant, Eishöhle von 212.
Chorabde 144.
Chorbe 144.
Chronik von Planina 156 ff.
Cirques 22.
„ d'enfoncement 16.
Circulirendes Wasser 24, 43, 48.
Cliff Lodges (Wohnungen) 166, 173.
Cockpit 139.
Commando 268.
Cormorants cave 91.
Corrodirte Wände 29.
Corrosion 36.
Corrosionshöhlen 35, 98 ff.
Coulissen 63.
Cova 71.
Covas de Arta 71.
Creux de souci 41, 85, 217.
Crevasse 138, 145.
Cro Magnon, Höhle von 260.
Csetate Boli, Höhle 59.
Cueva 71.
„ de la muger 71.
Cuges, Bassin de 145.

Dachstein-Plateau 85, 114.
Dämpfe, heiße 103.
Dampflöcher 41.
Danhauser-Höhle
Danhuser-Lied 229.
Deckenbrüche 113.
Deckenbruchmaterial 113.
Deformationen 67.
Denksäule (Stalagmit) 80.
Denudation 114, 120, 128, 201, 203.
Diaclases 28.
Diebesloch 169.
Dieppe, Strandhöhlen bei 29.
Diluvialfauna 233.
Dobocz (Räuber) 226.
Dolinen 17, 23, 26, 27, 28, 32, 33, 54, 55, 110, 116, 118, 119, 120, 121, 129, 138, 139, 259.

Dolinen, brunnenförmige 197.
„ nackte 126, 127.
Dolinenreihen 119.
Dolines 28.
Dolac 139.
Dolomit am Karst 143.
Dome 63.
Doppeldolinen 32, 119.
Drachen 223, 231.
Drachenhöhle (Loch) bei Mixnitz 18, 231, 259.
Drachenloch (auf der Grebenzen-Alpe) 231.
Drainagehöhlen 69, 83, 127, 131, 154.
Draperien 84.
Dreschtenne 81.
Dschebel Schagg, Höhle im 227.
Dschinns 227.
Duden 144.
Duliba 139.
Durchbrüche, neue 63.
Durcheinanderwühlen von Schichten 236.
Durchflußhöhlen 58, 65, 83.
Durchgänge 97.
Durchschlag 118.
Durchtränkung 146.

Eboulements latérals 48.
Ebur fassile 230.
Eckhard (Sagenfigur) 225.
Einbrüche 29.
Einbruchshöhlen 18.
Eichmayer-Höhle 94, 260.
Einflußhöhlen 18.
Eingriffe, künstliche 151, 153.
Einhorn 4, 230.
Einschrumpfung 30.
Einschwemmung 151, 194, 196.
Einsiedler 168, 175.
Einstürze 29, 63, 111, 113, 115.
„ bei Lons-le-Saulniers 29.
Einsturzkessel 27.
Einsturzdolinen 28, 117, 119, 129, 147.
Einsturzschlünde 51, 61, 62, 64, 113, 115, 118, 119, 122, 129.
Einsturzschluchten 134.
Einsturzthäler 134.
Einsturztheorie 63, 145, 197 ff.
Einsturztrichter 139.
Eintrocknungslinien 23.
Einzelwohnungen in Höhlen 173.
Eisbildung 219.
Eisbildung in lockerem Schutt 36, 217.
Eisbildungsproceß 211.
Eisenfunde 286.
Eisenoolithe 196.
Eishöhlen 35 ff.
„ dynamische 216.
Eishöhlen, künstliche 219.
„ statische 216.
Eislöcher bei Huben 106.
„ „ Frain 107.
Elbst 223.
Elenn 231.
Elfenbein, gegrabenes 230.
Embucs 138, 139 145.
Emissare 153, 188.
Ennsberg-Höhle 171.
Entonnoirs 28, 139.
Entwässerungsarbeiten 152.
Erasinos-Ursprung 56.
Erbsensteine 76.
Erdbeben 14, 21.
„ von Mittersill 44.
Erdbebenklüfte 35, 44.
Erderschütterungen 61.
Erdmandeln (Männchen) 226.
Erdriße 154.
Erdfall bei Rotleberrode 112.
Erdfälle 112, 138.
Erdpfeifen 33, 128, 138.
Erdstall von Gleichenbach 181.
Erdställe 36, 179, 180, 183.
„ in Mähren 180.
Erdstollen 179.
Erosion 36.
„ oberirdische 139, 203.
„ subterrane 139.
Erosionserscheinungen 129.
Erosionsfurchen 118.
Erosionshöhlen 35, 40, 49 ff.
Erosionsschlünde 51, 63, 121, 122, 129, 196.
Erosionsspuren 66, 134.
Erosionstrichter 124, 186.
Erzherzog Johann-Grotte 75.
Etagenhöhlen 35, 123.
Etretat, Küste von 29.
Eva-Höhle 260.
Event 138.
Eydre 138.

Fachvereine 9, 10, 130.
Fachzeitschriften 9.
Fahrzeuge 255, 264.
Falkenstein-Höhle 171.
Falsche Löcher 34.
Falsificate 237.
Farbe der Tropfsteine 75.
Fauna, lebende in Höhlen 242 ff., 286.
Feenburg 171, 228.
Feistritz-Fluß im Reifnitzthale 152.
„ Ursprung 136, 137.
Feldhofer Kirche 8.
Felsbrücken 86, 91.

Felsdach von Bruniquel 107.
Felsdächer 107, 164, 165.
Felsengräber 189.
Felsentempel 190, 191, 192.
Felsentöpfe 128.
Felskegel, isolirte 203.
Felsklüfte 28.
Felsthore 91, 95, 96, 97.
Felsthor im Uttewaldergrunde 107.
„ bei Weißenkirchen 107, 108.
Feuersetzspuren 170.
Feuerstellen 165.
Fingals-Höhle 88, 91.
Fische, blinde 242.
Fledermaushöhle 196.
Flöße 249.
Fluorescein 59.
Flußschwinden 36, 51, 138.
Foiba von Pisino 51, 56.
Fontainebleau, Wald von 29.
Fontis 138.
Fosses 139.
Fraglioni 92.
Frainer-Eisleithe 213.
Fransen aus Tropfstein 84.
Frauenmauerhöhle 60, 177, 216.
Frauen, wilde 225.
Freimannsloch 221, 222.
Freke, Frau 225
Frostwirkung 61.
Fuciner-See 153, 282.
Führer- und Hilfspersonal 263 ff.
Fundstücke, Behandlung der 286 ff.
Furche von Nabresina 131.
Furchenbildung 64.
Fürst Windisch-Grätz-Höhlen 63, 285.

Gabelungen 58.
Gänge, unterirdische 181, 228.
Gailenreuther Höhle 8, 84, 195.
Gaiskirch 71.
Gállyatöbör 33.
Gamserthal 87.
Gamsofen 89.
Gartengrotten 70, 193.
Gase, giftige 85.
„ irrespirable 85.
Gebirgsfaltung 26.
Gefällsbrüche 56.
Geister in Höhlen 221.
Geklüfte 45.
Geldloch im Oetscher 216.
Gémenos, Thal von 145.
Geologische Orgeln 27, 33.
Giganti, Grotta de' 230.
Gipsgruben 187.
Gipshöhlen 35.
Gips pseudomorpher 85, 99, 100, 101, 102, 104.
Gipsrosetten 104.
Gipsschlotten 105.
Gleichzeitigkeit der Culturperioden 168.
Glemser-Höllenloch 48.
Gletschererosion 134.
Gletschermühlen 23, 127.
Gletschertöpfe 32.
Globigerinenschlamm 53.
Goldenes Gatterl 85, 220.
Goldloch bei Hallstatt 187.
Gönningers-Höhle 48.
Gouffre 28, 110, 138, 139, 145.
Goule 138.
Gours 81.
Grab des Absalon 175.
Grabhöhlen 166, 175, 179.
„ in Aegypten 175, 188.
„ bei Bethlehem 175.
„ in der Champagne 178.
Grabstätten in Höhlen 164, 189.
Gradišnica 76.
Grand Arc 92, 93.
Graselhöhle 170.
Großes Haus 48.
Grotta 71.
„ della Maga 224.
„ „ Santa Rosalia 224.
„ di Posilipo 188.
„ „ Sciano 188.
Grotte d'Echenoz 109.
„ de la Vierge 137, 138.
„ „ Saint Andrée 109.
„ „ „ Marçel 72, 77.
„ „ Sassenage 71.
„ des Demoiselles 225.
„ „ Fées bei Ganges 71.
„ „ „ „ St. Maurice 71.
„ „ Forges 165.
„ der Sybille 188.
„ des Jupiter 16.
„ des serpents 99, 102.
„ grüne in Mähren 198.
Grotten 18, 33, 70 ff., 86, 110, 113.
Grottenbuch 10, 253.
Grottenfond 250, 256.
Grottes de Pranal 41.
„ des Fées bei Chablais 225.
Grundwasser 136, 137, 154.
Guanohöhlen 35.
Gudenus-Höhle 94, 260.
Guttenberger Höhle 235.

Haarspalten 44.
Haberleithberghöhle 47.

Haidukenhöhle 169.
Halbhöhlen 35, 36, 40, 86 ff., 97.
Haleswies-See 145, 146.
Haligorzer Höhle 202.
Hallerloch 52, 202, 266.
Hannessenloch 108.
Hauerluken 182.
Hauslöcher 180.
Hawäische Inseln 40.
Heidenlöcher 177, 183, 184.
Heimkäle 202.
Heißlufthöhlen 86.
Helgoland 90.
Helln-Pot 22.
Heppenloch 235.
Hermanns-Höhle 47, 71.
Hexenkessel 128,
Hina-Berg 40.
Hochwasser-Intervallen in Planina 163.
Hochwurzenhöhle 66.
Höhenlage der Eishöhlen 214.
Höhle am Steinbruch 165.
Höhle der schwarzen Bande 169.
Höhlen 18, 71.
Höhlenbär 165.
Höhlenbildung durch Metamorphismus 99.
Höhlenbildungsproceß 85.
Höhlendecken, eingebrochene 63.
Höhlen, eingestürzte 200.
Höhlen-Entomologie 236.
Höhlenfunde 230 ff.
Höhlen Jethro's 166.
Höhlenkarten 234, 235.
Höhlenkirche bei Roveredo 177.
Höhlenlehm 60.
Höhlenpläne 235, 239, 276.
Höhlensagenkunde 229.
Höhlenschlösser 173, 276.
Höhlentempel 178, 190, 191.
Höhlenwohnungen 167, 168, 173.
Hohler Stein in Steiermark 87, 89.
" " in Württemberg 165, 168.
Hole 71.
Holepeter 225.
Höllenloch bei Anzenau 85, 86.
Höllthurm 171.
Holle, Frau 224.
Holzbarren in Höhlen 151.
Homo diluvialis 237, 238.
Horizontale Höhlen 35, 36.
Horizontaler Gebirgsschub 25.
Hotenka 58, 163.
Howe-Höhle 256.
Hühlen 68, 125, 139.
Hülben 139.
Hüllen 125.
Hugo-Höhlen 50, 51.
Hulda 224, 225.
Hundemumien 222.
Hundésagen 222.
Hundsgrotte 85.
Hungersee 146.
Hydra 224.

Igue 138.
Illovagora 68.
Infiltration 30, 113, 135, 209.
Informationsreisen 284 ff.
Island 29.
Isthmus von Korinth 16.

Jalonnement 62, 64.
Jama 55, 71, 138.
Jasenicabach-Schwinde 56.
Jean Nouveau, Abgrund von 111, 122, 123.
Jersey 29.
Jeržanova Dolina 83.
Jezero Blato 153.
Jokeycap 79.

Kačna jama 276, 277.
Kähne 248.
Kaiserbrunnen 43.
Kaiser Ferdinand-Grotte 63.
Kaiser Franz Josef- und Elisabeth-Grotte 83, 118.
Kaiser Maximilian-Grotte 176.
Kališnica 135.
Kalkhöhlen 35.
Kapellen in Höhlen 176.
Karlovca, große 143, 150, 151, 283.
" kleine 142.
Karren 26, 27, 42, 118, 119, 128, 133.
Karst 31, 120, 124.
Karsterscheinungen 140, 144.
Karstlandschaft 124, 125, 131.
Karstphänomen 6, 147.
Karstproceß 25, 115.
Karstseen 32.
Karsttrichter 26, 27, 120, 124, 125, 127, 129, 139, 186, 197, 259.
Kaspisches Meer 148.
Katabothra von Verzova 51, 56.
Katabothren 22, 28 36, 51, 55, 138, 141, 144, 152, 154.
Katabothren des Kopaïs-See 11.
Katabothrenseen 147, 148, 154.
Katabothrensystem 153.
Katabothren, verstopfte 153.
Katakomben 177, 187, 191, 192.
Kephalarien 36, 55.
Kephalobrysis 56.
Kessel 22.

Kesselthäler 119, 140 ff., 144, 149, 152, 281, 283.
Kirche bei Goldbach 177, 184.
Kirche des heil. Wolfgang 176.
Klammbäche 58.
Klammen 36, 46, 65.
Klaubauf 225.
Klauskirch 71.
Kleidung 270 ff.
Kleinhäusel, Höhle u. Grotte 58, 68, 150, 274.
Kleinthierknochen 231.
Klippenbrunnen 22, 35, 36, 42.
Klosterhöhlen 191.
Klüfte 36, 44.
Klufthöhlen 48.
Kluftmündungstrichter 123.
Knochen 61, 195, 286.
Knochenhöhlen 35, 230, 232.
Knecht (der Bergleute) 269, 270.
Knecht Ruprecht 225.
Kobolde 226.
Königsgräber 189.
Kohlensäure 40, 43, 73, 85, 99.
Kolowrats-Höhle 213.
Komin 138.
Kopaïs-See 153.
Koppenbrüllerloch 195, 227.
Korallenförmige Tropfsteine 75.
Korykische Grotte 176.
Kostelik-Höhle 49, 50, 51.
Kras (Karst) 31.
Kraus-Grotte 19, 71, 84, 85, 98, 99, 101, 102, 103, 135, 227.
Kremsthalhöhlen 259, 260.
Kreisförmige Gänge 113.
Kreisloch 112.
Kreuzlegen 269.
Kreuzberg, Grotte, Höhle 81, 98, 103, 195.
Kreuzgang 177.
Krönlnattern 223.
Kröten 223.
Kronprinz Rudolf-Grotte 75, 77, 79, 86.
Krševivka, Höhle und Doline 62, 77, 122.
Krümmungen 57.
Krypten 178, 179.
Krystallhöhle 256, 280.
Krystallkeller 35, 38.
Küchenabfälle 196.
Künstliche Höhlen 36, 164 ff.
Künstlich erweiterte Höhlen 37, 170 ff.
Kulna 96.
Kulturschichten 195.
Kyffhäusersagen 229.

Laase, bei Planina 153.
Labyrinthe 191.
Labyrinth bei Knossos 187.
Labyrinthhöhle bei Gortyn 13.
La Cayrouse, Trichter bei 61.
Längsbrüche 140.
Längsspalten 140.
Laibacher Ebene 56.
Laibacher-Moraft 56, 59.
Laibach, Fluß 56.
Laibach-Quellen 58.
Lamprechts-Ofenloch 221, 222.
Lancerotte 29.
Landdörfer 183.
Langenauer-Höhle 25, 106.
Lantscharieux, Grotte 63, 73, 74, 75, 114, 115, 203.
Lappa vermelha 104.
Lasur, blaue 227.
Latomien von Syrakus 187.
Lavahöhlen 35, 39.
Legenden 175.
Lehmbeschlag 60.
Leitsch, Thal von 146.
Lettenmayer-Höhle 165.
Lindner-Höhle (s. auch Trebič-Grotte) 278.
Lindwurm 222, 223.
Linien des geringsten Widerstandes 23.
Lippoldshöhle 169.
Lithomarga alba 230.
Ljubuškipolje 153.
Loch 71.
Loculi 193.
Lösbarkeit der Mineralien 44.
Löß 179.
Lößwohnungen 182, 183, 184.
Loitsch, Thal von 143.
Lorenz Liburnau-Höhle 123.
Lorggen 226.
Louisen-Halle 278.
Lourdes, Wallfahrtshöhle von 224, 227.
Lueg, Höhlenschloß von 171, 172, 228.
Luegloch 18, 19 257 ff.
Luftströmungen 216.
Lukuja 56, 71.

Machpela, Höhle 175.
Magdalenen-Grotte 72, 242.
Magdalenen-Schacht 72, 250, 267.
Magyorósvölgy 33.
Mahorčic-Grotte 46, 256.
Mammouthgrotte 102, 242, 256.
Mandelsteine 35, 39.
Mannsfelder Seen 154.
Marçel, Grotte von St. 81, 83.
Mariannengrotte 76, 81, 250.
Marienglashöhle 106.
Marinitsch-Grotte 253.

Marmites de géant 22.
Marnes 139.
Martins-Höhle 12.
Mastaba 189.
Mastrichter Höhlen 175, 185, 186.
Maximilian-Höhle (Bayern) 279, 280.
Mazocha 198, 199.
Meeresbrandung 92.
Megale-Katabothra 54, 188.
Megaspelaion, Kloster 173, 177.
Meißelhiebe 170, 171
Meliorationsarbeiten 67, 281 ff.
Meliorationstechnik 145.
Melusine, Grotte und Sage 225.
Mentone, Grotten von 260.
Menschenknochen 166.
Metallfunde 288.
Meteorologische Einflüsse 132.
Mevina, Berg 226.
Mineralischer Spiritus 13.
Mithrascultus 170.
Mocila, Mulde von 56.
Monoceras vulgi 230.
Monolithe, am Karst 132.
Monolithische Tempel 190, 192.
Mont Perdu 32.
Mortes 139.
Monsumano, Grotte von 86.
Muches 182.
Mühlsteinbrüche von Niedermending 186.
Mühlthal bei Planina 150.
Mühlthalhöhle in Bayern 25, 109.
Mundlöcher, trichterförmige 123.
Mutterdolinen 32.
Mutterlaugen 103.
Mythologie 222, 225.

Nabresina, Höhle bei 196.
Nachfall 61, 69.
Nachgleiten 118.
Nachsitzen 118.
Na dnam 123.
Naturbrücke, große 97, 199, 200.
" kleine 97, 200.
Naturbrücken 29, 91.
Naturklüfte am Hochobir 45.
Naturschachte 121, 138.
Naturschacht von Brunndorf 110.
Neanderthal-Schädel 8, 202.
Nichts-Grotte 239, 240.
Niederschlagsgebiete 130, 142.
Nischen 87, 101.
Nischenhöhlen 35, 86.
Nitrification des Gesteines 103, 104.
Niveauveränderungen 21.

Oberflächen-Erscheinungen 128.
Obergurk, Grotte von 62.
Ochozer Höhle 79, 80.
Ograda 124, 125.
Ofenbildung 57, 95.
Ohr des Dyonisios 187.
Opfercultus, heidnischer 222.
Opfersteine 170.
Orakelhöhle von Delphi 175.
Orgeln, geologische 121.
Osgoodboot 245, 249.
Osteïtes 230.
Osteologie 4, 232.
Osterloch 25.
Oswald-Höhle 60.
Ottoker Grotte 11, 73, 74, 162, 203, 250.

Padirac, Schlund und Höhle von, 30, 63, 75 81, 111, 114, 115, 123.
Padrič-Grotte 51, 202, 266.
Partnach-Ursprung 138.
Pazze-Rettungsweg 280.
Pečina 71.
Pegelbeobachtungen 281, 282.
Peggau, Höhlen von 230.
Pegnitz, unterirdischer Lauf der, 32.
Peneios-Fluß 155.
Periodicität der Katabothrenseen 147, 163.
Perte de l'Argens 109.
Petersberg 128.
Petschora 71.
Pfeilerbau, in Bergwerken 187.
Pfeilerbildung 117, 144, 280.
Pferdestall (Höhle bei Rübeland) 48, 49.
Pheneos-See 153.
Photographiren in Höhlen 271 ff.
Pingen 23, 65.
Piuka jama (Poik-Höhle) 17, 57, 63, 72, 85, 242, 248, 263, 277, 278, 283.
Pläne 276.
Planina-Thal 150, 151, 155 ff.
Plateauschlote 61.
Pluto's Cave 40.
Podpeč, Grotte von 171.
Poik-Fluß 58, 151, 246.
Poik-Höhle (siehe Piuka jama).
Poik-Schwinde 58, 150.
Poik-Seen 58.
Police, Thal von 144.
Poljen 25, 32, 140.
Ponikva 54, 55.
Ponore 28, 36, 51, 54, 126, 138, 153.
Ponor-Mühlen 52.
Pont d'Arc 92.
Pont des Arcs 94.
Pont-na-Dieu 109.

Porcest, Höhle von 15.
Porte de Mycènes 95.
Pot-holes 22.
Prähistorie 236.
Prebisch-Thor 95.
Pritschen-Bebelsloch 169.
Propadany 138.
Propast 138.
Proteus 223, 242.
Puchser Lueg 171.
„ Loch 171.
Puisards 28.
Puits-naturels 28, 121, 128, 138.
Punkva-Ursprung 198.
Pustlicht 273.
Putschaner Luke 169.

Quelle von Royat 40.
Quellenmündung 65.
Quellensee der Sluincica 56.
Quellenstollen 193.
Quellentuffbildungen 36.
Quellbachhöhlen 71.
Quellgrotten 71.
Quelltuffhöhlen 108, 202.
Quelltuffhöhle bei Balley 109.
Querschnittsveränderungen 148.

Račna-Thal 145, 152.
Räuberhöhlen 169, 220.
Räuberloch bei Spital 169, 171.
Ragageés 28, 138, 145.
Rakita-Ebene 149.
Rakbach (Höhlen und Thal) 30, 64, 92, 134, 147, 151, 200.
Rakbach-Schwinde 200, 201.
Rammelsberg 13.
Randhöhlen 126, 150.
Randsauger 152.
Raniaka (Höhle) 40.
Raritätenkram 236.
Raschitza-Schlund 51, 151.
Ravaszlyuk 34.
Rechtsverhältnisse 261 ff.
Recina-Thal 68.
Regengrotte 58.
Regenrinnen 118.
Regenwasserstränken 139.
Reifnitz-Thal 152.
Reihenförmige Einstürze 29.
Reißacherit 193.
Reka-Höhlen 30, 46, 67, 81, 251 ff., 276, 280.
Reka-Thal 68.
Reliefformen 115, 133.
Rešeto 55.
Retie 55.
Rettungswege 253, 256, 280.
Reveillon, Gouffre de 130.
Ribar, Höhle bei 85.
Rieseln 125, 138, 139.
Riesen (Sagen) 226.
Riesenburg 92, 134, 229.
Riesenhirsch 234.
Riesenkessel 32.
Riesenknochen 4, 230, 238.
Riesenquellen 36, 55, 203.
Riesensalamander 239.
Riesentöpfe 20, 22, 23, 30, 42, 127, 128.
Riesenthorklamm 97.
Riffhöhlen 36, 42, 89.
Rinnen 121.
Risse 23.
Rjeka-Höhle 263.
Römerstollen 193.
Roque de Corn, Gouffre de 85, 130.
Roquefort 29, 145.
Rosalie, Grotte der heiligen 177.
Rothaubachquelle 146.
Rothe Höhlen 260.
Rother See 34.
Rougloвca 72.
Royat, Quelle von 29, 40.
Rucksäcke 271.
Rußbach 145.

Sackförmige Höhlen 208.
Sagenhafte Höhlen 221.
Sagenhöhlen 220 ff.
Sagor, Heißlufthöhle bei 86.
Saint Julien le Montagnier 145.
Salige Fräulein 225.
Salles la Source, Quellen von, 138.
Salpetererde in Höhlen 104.
Salpeterkrystalle 104.
Salzbergwerke 187.
Salziger See 105, 154.
Sammelbassins 147.
Sand-galls 128.
Sand-pipes 128.
Sarantapotamos 51, 65.
Sassenage, Grotte de 227.
Sauere Dämpfe 20.
Sauglöcher 54, 55, 125, 129, 139, 150, 152, 160.
Saugtrichter 54.
Saut de la Pucelle, Gouffre du 130.
Schachte des Krates 188.
Schachtform 123.
Schachthöhlen 35, 36, 196.
Schachtlöcher 121.
Schafloch 71.
Schatzgräber 170.
Schauerlöcher 25, 138.

Schelmenloch 169.
Schichten, durchtränkbare 136.
Schichtflächen 57.
Schichtköpfe 57.
Schichtungsklüfte 19, 44.
Schinitz-Höhle 187.
Schlangenkönigin 223.
Schlammströme 29.
Schlammvulcane 154.
Schlote 83.
Schlote, oben geschlossene 63.
Schlotten 28.
Schlünde 50, 62, 121, 138, 153.
„ bouteillenförmige 30, 135.
„ schräge 118.
Schlundbildung 118, 123.
Schlundlöcher 22, 126.
Schlundhöhlen 36, 110, 151.
Schlundtrichter 54, 55, 130.
Schlußbemerkungen 289 ff.
Schmidl-Grotte 278.
Schneefälle im Sommer 214.
Schneegruben 209.
Schneelöcher 209.
Schneidmühl 70.
Schottloch 233, 234.
Schraubenförmige Auswaschungen 30.
Schrumpfung der Schichten 23.
Schüsselform 119.
Schulerloch 2, 24, 25.
Schusterloch 231, 260, 275.
Schutthalden 33.
Schuttkegel 33, 135, 152.
Schwarzbachschwinde 150.
Schwarze Grotte (siehe Černa jama).
Schwarzer See 145.
Schwefelhöhlen 85, 103, 201.
Schwefelkrystalle 85.
Schweizer Jura 32.
Schwemmland-Dolinen 125.
Schwemmland-Höhlen 69.
Schwemmland-Trichter 125, 126, 129, 139, 141, 152.
Schwemmproducte 61.
Schweres Wasser 57.
Scialets 138.
Seedolinen 129.
Seele, Grotte von 59.
Sedimente 118.
Seile 246.
Seitenzuflüsse 58.
Seitliche Höhlen 88.
Senkungen 70.
Senkungsfelder 146.
Servolo, Grotte des heiligen 177, 227.
Sguba jama 53, 195.
Sibylle, Höhle der 224.
Sića-Fluß (Schitza-Fluß) 144.
Sickerproceß 130.
Sickerwässer 58, 213.
Silberstrecke 222.
Sink-holes 139.
Sinks 138.
Sinter 194.
Sinterbecken 81.
Sinterbildungen 105.
Skednenca (Dreschtenne) 81.
Skelette 166, 178, 179.
„ bemalte 260.
„ hockende 260.
Skelettgräber 255.
Skelett, vertropftes 84.
Skratouka 150.
Slouper Höhlen 77, 78, 80, 199, 239, 240.
Sommereisbildungen 218.
Sorrent 29.
Sortöbör 33.
Sources vauclusiennes 55.
Souterrains réfuges 4, 5, 177, 182.
Spalten 36.
Spaltenhöhlen 35, 36, 43 ff.
Spaltenmündungstrichter 125.
Spaltenthäler 22.
Sparožna pečina 71.
Speihöhlen 36, 56.
Speilöcher 150.
Sprengarbeiten 280 ff.
Staffa (Insel) 29.
Stalaktiten 16, 76, 77, 78, 84, 194.
Stalagmiten 16, 77, 78, 194.
Stara apnenca (Doline) 26, 83, 118, 133.
Star cave 99, 102, 105.
Staubassins 147, 171.
Stauungen in Kesselthälern 11.
Stauwässer 72, 136, 137.
Steigbaum 267.
Steigquellen 135, 149.
Steinbrecherhöhle 71.
Steinbrüche 37, 170, 178, 185, 187, 191.
„ bei Naours 5, 177 (siehe auch souterrains réfuges).
„ bei Pronia 187.
„ bei Schramberg 186.
„ bei Waldshut 186.
Steine, durchlöcherte 238, 239.
Steinerner Saal im Kremsthale 94, 284.
„ „ bei Wehlen 95.
Steinwerkzeuge 7.
Steinwüsten 132.
Stickgase (siehe auch Gase) 85.
Stixensteiner Quelle 43.
Stollen 178.

Strabz, Höhle bei 174.
Strägeli 225.
Strahlenlöcher 38.
Strahler 38.
Strandhöhlen 40, 91.
Strandlinien 87.
Strandquellen 69, 130.
Strickleiter 267.
Stromor 138.
Strudellöcher 32.
Stymphalos-See 56.
Subterranean assembly lodges 173.
Sumuch 174.
Swallow-holes 22, 28, 139.
Syphons 56, 57, 60, 83, 249, 254, 264.
Szeliza-Höhle 13.

Tabor 171.
Taborhöhlen 165, 226.
Taborloch 171.
Taborwand 171.
Taka-Katabothre 262.
Tannhäuser 225.
Tarnschlucht 134.
Tartarus-Grotte 83, 102.
Tatzelwurm 223.
Taxaco, Höhle von 40.
Tectonische Störungen 146.
Telephon 263, 282.
Temperaturbeobachtungen 212, 213.
Temperatureinfluß 133.
Teneriffa 29.
Terra rossa 20, 27, 33, 53, 60, 195, 196, 197.
Teufelskirche 71, 260.
Teufelsloch 85.
Thalbildung 4, 115, 198, 203.
Tahlfurchen 131, 132.
Thalrinnen 129, 130.
Thalwegs 120, 121.
Themines, Schwinde der 130.
Theminettes, Schwinde der 130.
Therme von Gams 100.
Therme von Sillaka 16.
Thermenhöhlen 105.
Thiergartenloch 110.
Thierische Erde 195.
Thierknochen 166.
Thornsteinhöhle 275.
Tidians-Höhle 220.
Timavo-Fluß 162.
Tindoul 138.
Tindoul de la Vayssière 64, 111, 277.
Tivoli, Galerien von 193.
Tochterdolinen 32.
Todtencultus 175.
Todtenkopfspinne 223.
Todtenloch 108, 202.
Todtenstadt von Theben 189.
Töbör 33.
Töpfe 287.
Tominz-Grotte 77, 254, 255.
Tondera 152.
Topflöcher 22.
Topfscherben 196, 287.
Torrente Suvaya 153.
Travertin-Schichten 84.
Trebič, Höhle bei 53.
Trebič-Typus 197.
Trennungsgrate 119.
Tréport, Höhlen bei 29.
Trichter 112.
Trichter bei den Winnender Höfen 112.
Trichtergruppen 126.
Trichterform 119.
Trichter, leere 127.
Trichterreihe bei Arbois 29.
Trichter, verschlämmte 124.
Triumphbogen 92.
Trockene Grotten 70 ff.
Trockene Höhle 40.
Trockene Thäler 146.
Trogförmige Becken 25.
Troglodytenwohnungen 173, 174, 183.
Tropfsteinbildung 16, 72.
Tropfsteinperlen 76, 77.
Tropfstein, wasserklarer 75.
Tropfwasser 77, 80, 213.
Tropfwassertümpel 75.
Trou de Frontal 241, 260.
Trudensagen 222.
Trümmerfelder 134.
Trümmerkegel 113, 115.
Tschayta 191.
Tündérvár 171.
Türkenlöcher 165.
Türkenluken 165, 171.
Tuffhöhlen 109.
Tunnelhöhlen 35, 36, 83, 123.
Tunnels 187.
Turmo d'Astos 92.

Ueberdeckung 36.
Ueberdeckungshöhlen 35, 36, 106 ff.
Ueberfallmündung 137.
Ueberschwemmungen in den Kesselthälern 155 ff.
Uferhöhlen 41, 91.
Ulrichs-Höhle 107.
Umbildungsperiode 119.
Umformung der Höhlen 85.
Unicornum minerale 230.
Unterbrechung in der Krselivka-Höhle 62.

Untersberg 207.
Untersberg-Mandeln 226.
Untersberg-Sagen 226.
Unterwaschung 201.
Unzhöhle 58.
Unzschwinden 51.
Ursachen der Höhlenbildung 12, 31.
Ursprung, in Baden bei Wien 193.
Ursprüngliche Höhlen 35, 38.
Ursus arctos 66, 231.
„ brasiliensis 104.
„ spelaeus 230, 234.
Utah, Salzsee von 148.
Utensilien 266 ff.

Venediger (Manderln) 226.
Verbruch 83.
Verdunstung 75, 217, 218.
Verdunstungskälte 208.
Verena-Beutlinsloch 168.
Vergiberg-Höhle 71.
Verkarstung 31, 32, 120.
Verschiebungen 118.
Verschließung von Sauglöchern 153.
Verschlundung 144.
Verschüttung durch Einsturz 117.
Versuchsgraben und Grabungen 240, 260.
Verstecke 182.
Vertheilung der Niederschläge 155 ff.
Vertropfung 83.
Verwachsen von Höhlen 195.
Verwerfungsspalten 18, 44, 69.
Verwitterung 61, 99, 238.
Verzerrte Tropfsteine 76.
Victoria-Höhle 241.
Vilen 169.
Vodanos 55.
Vörös-tö 34.
Vogelguano 242.
Vorhänge 78, 84.
Vršnica-Höhle 66, 126.
Vrtača 139.
Vrtlina 139.

Wachsthum der Tropfsteine 78.
Wâdiy 144.
Wällische (Italiener) 226.
Wärmetheorie, mechanische 208.
Wallburgen 171.
Wankhamer-Höhle 70.
Wannen 140.
Wasserabfuhr 140.
Wasseradern 136, 137.
Wasseransammlungen 141.
Wasserarmuth 162,
Wasser, circulirendes 24, 43, 48, 68, 69, 121.
Wasserdruck 136.
Wasserhöhlen 55, 58, 67, 70, 115, 152, 264 ff.
Wasserkraft 68.
Wasserläufe, oberirdische 143.
Wasserrabenhöhle 91.
Wasserschlinger 36, 51, 54, 55, 61, 83, 130, 203.
Wasserschlingende Schlote 51.
Wasserspeier 36.
Wasserstein 68.
Wassertunnel 65.
Wasserverluste 154.
Wasserversorgung 48, 68, 69.
Wasser, wirbelndes 36, 129.
Weganlagen 254, 276.
Weinkeller im Löß 179.
Weitungen 66, 113.
Wellenschlag 16, 86.
Wetterlöcher 25, 124, 125, 138, 269.
Widerlager von Höhlen 200.
Widerstände 150.
Wihâra 191.
Wildemandelloch, großes 89, 226.
„ kleines 90.
Wildfrauenloch 226.
Wildg'fahrhöhle 223.
Wildkirchli 176.
Winden 268.
Windhöhlen 35.
Windisch-Graetz-Höhlen 199.
Windlöcher 36.
Windröhren 36, 216, 217.
Windwirbel 33, 36.
Windwirkung 87, 97.
Winschloch 180.
Wippach-Fluß 138.
Wirbel 33.
Wogenschwall 33.
Wohngruben 193.
Wohnstätten in Höhlen 164.
Wunderhöhlen 227.
Wurmbach 223.
Wurmstein 223.
Wyandotte Cave 102, 105, 256.

Yaila.

Zadni-kraj 149.
Zaverky 139.
Zederhaushöhle 171.
Zeichnen in Höhlen 271.
Zeit für den Höhlenbesuch 262 ff.
Zeitschriften 9.
Zendehrud-Fluß 144.

Zersetzungsproducte 195.
Zigeunerwohnungen 184, 185, 193.
Zimmermannsknoten 269.
Zinkwand 212.
Zirknitzersee und -Thal 32, 141, 143, 147, 149, 150, 151, 158, 160, 161, 162.
Zufluchtsorte (Höhlen), 5, 165, 171.
Zulaufsmündung 65.
Zulaufsspalten 65.
Zuleitungsrinnen 51.
Zwerglöcher 41, 108.
Zwergenollen 107.

Beilagen.

Erdstall von Ober-Stinkenbrunn	zwischen Seite	180	und	Seite	181.
Höhlenkarte des Salzkammergutes	"	234	"	"	235.
Höhlenkarte von Mähren	"	234	"	"	235.
Plan der Adelsberger Grotte	"	250	"	"	251.
Plan der Kačna jama	"	276	"	"	277.

Höhlenkarte von Bayern vor den Schlußbemerkungen.

Kraus, Franz

Höhlenkunde Wege und Zweck der Erforschung unterirdischer Räume ; mit Berü cksichtigung der geographischen, geologischen, physikalischen, anthropologischen und technischen Verhältnisse

Wien 1894